

APPOLO STUDY CENTRE

Magnetism

6th term - 3	Unit - 1	காந்தவியல்
9 th Std	Unit - 5	காந்தவியல் மற்றும் மின்காந்தவியல்
12 th Physics vol - 1	Unit - 3	காந்தவியல் மற்றும் மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவுகள்
	Unit - 4	காந்தத் தூண்டலும் மாறுதிசைமின்னோட்டமும்



Magnetism

6th term 3

அலகு- 1 காந்தவியல்

காந்தங்களின் பலவிதவடிவங்கள்:

இரும்புத்துண்டுகளைக் காந்தமாக்கும் முறையைமனிதன் அறிந்தபின்னர் பலவடிவங்களில் காந்தங்கள் செய்யப்பட்டு, பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்ட இத்தகையகாந்தங்கள் செயற்கைக் காந்தங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

சட்டகாந்தம், லாடகாந்தம், வளையகாந்தம் மற்றும் காந்தஊசிஆகியவைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் செயற்கைக் காந்தங்கள் ஆகும்.

காந்தத்தன்மையுள்ளமற்றும் காந்தத்தன்மையற்றபொருள்கள்:

காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படாதபொருள்கள் காந்தத் தன்மையற்றபொருள்கள் எனப்படுகின்றன. காகிதம், நெகிழிபோன்றபொருள்கள் காந்தத்தன்மை அற்ற பொருள்கள் ஆகும்.

காந்தத் துருவங்கள்:

காந்தத்தின் ஈர்ப்புவிசைகாந்தத்தின் இரு முனைகளிலும் அதிகமாக இருக்கிறது. இந்த இரு முனைகளையும் காந்தத்தின் துருவங்கள் என அழைக்கிறோம்.

காந்தங்களைக் கொண்டுசெய்யப்படும் பரிசோதனைகளுக்கு உங்களுக்கு இரும்புத் துகள்கள் அதிகம் தேவைப்படும். ஒருகாந்தத்தைமணலில் நன்குதோய்த்துஎடுத்தால் இரும்புத்துகள்கள் காந்தத்தோடுஒட்டிக் கொண்டுவருவதைநீங்கள் பார்க்கலாம். மணல் கிடைக்கவில்லையெனில் களிமண் போன்றவற்றிலும் முயற்சிக்கலாம்.

இரும்புத்துகள்கள் இல்லையெனில் சிறிய இரும்புத்துண்டுகளைப் பயன்படுத்தலாம். அதனைச் சிறிதுசிறிதாகசேகரித்துசோதனைக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

காந்தங்களைக் கொண்டுதிசையறிதல்:

சட்டகாந்தத்தின் நடுவில் ஒரு நூலைக் கட்டி அதனைத் தொங்கவிடவும். காந்தம் எந்தத் திசையில் ஓய்வுநிலைக்குவருகிறதுஎனப் பார்க்கவும்.

காந்தம் ஓய்வுநிலைக்குவரும் திசைக்கு இணையாக (அதாவதுசட்டகாந்தத்திற்கு இணையாக) ஒருகோட்டினைஒருஅட்டையிலோ, அல்லதுமேசையிலோவரைந்துகொள்ளுங்கள்.

காந்தத்தைமெதுவாகத் திருப்பிமறுபடியும் அதுஓய்வுநிலைக்குவரும் வரைகாத்திருக்கவும். இதுபோல் மூன்றுஅல்லதுநான்குமுறைமறுபடியும் செய்துபார்க்கவும்.

ஓவ்வொருமுறையும் காந்தம் அதேதிசையில்தான் ஓய்வுநிலைக்குவருகிறதா?

தொங்கவிடப்பட்டகாந்தம் எப்பொழுதும் வடக்குதெற்குதிசையிலேயேஓய்வுநிலைக்குவருவதைக் காணலாம். வடக்கேநோக்கும் முனை காந்தத்தின் வடதுருவம் எனவும். தெற்கேநோக்கும் முனை காந்தத்தின் தென்துருவம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

தடையின்றிதொங்கவிடப்பட்டுள்ளகாந்தமானதுஎப்பொழுதும் தெற்குதிசையிலேயேஓய்வுநிலைக்குவரும்.

வடக்கு-

காந்தத்தின் திசைகாட்டும் பண்புபலஆண்டுகளாகதிசையைஅறியப் பயன்படுத்தப்பட்டுவருகிறது. ஏறத்தாழ 800 ஆண்டுகளுக்குமுன்புசீனர்கள் காந்தகற்களைக் கட்டிதொங்கவிட்டால், அவைவடக்கு- தெற்குதிசையிலேயேஓய்வுநிலைக்குவருவதைக் கண்டறிந்தனர். காந்தத்தன்மையுடையகற்களைக் கொண்டுதிசைகாட்டும் கருவிகள் செய்துபயன்படுத்தினர்.

சீனமாலுமிகள் தங்கள் படகுகளிலும் கப்பல்களிலும் இத்தகையகற்களைக் கொண்டு, புயல்காலங்களிலும், மூடுபனிகாலங்களிலும் திசையறிந்துபாதுகாப்பான கடல் பயணங்களைமேற்கொண்டனர்.

காந்ததிசைகாட்டும் கருவி:

காந்ததிசைகாட்டும் கருவி என்பது திசையறிய உதவும் ஒரு காந்த ஊசிப்பெட்டி ஆகும். தடையின்றி சுழலும் வகையில் ஒரு காந்த ஊசி இதன் மையத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. காந்த ஊசியின் வட முனை குறியிடப்பட்டு காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

கப்பல்கள் மற்றும் விமானங்களில் காந்ததிசைகாட்டும் கருவி பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. மலையேறுபவர்கள் தாங்கள் திசைமாறி வேறு இடத்திற்குச் செல்லாமலிருக்க இதை அவசியம் எடுத்துச் செல்கின்றனர்.

காந்த ஊசியைப் பயன்படுத்தி உங்களால் மேற்கு திசையைக் கண்டறிய இயலுமா? காந்ததிசைகாட்டும் கருவியை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என உங்கள் ஆசிரியரிடம் கேட்டு அறிந்து கொள்ளவும்.

காந்தங்களின் ஈர்ப்பும், விலக்கமும்:

இரண்டு சட்டக் காந்தங்களை எடுத்துக் கொள்ளவும். படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு நான்கு முறைகளிலும் வைத்துப் பார்க்கவும். நீங்கள் என்ன காண்கிறீர்கள்?

எப்பொழுது காந்தங்கள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன?

காந்தங்களின் எதிரெதிர் தருவங்கள் (S - N, N - S) ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. ஒத்த தருவங்கள் (N - N, S - S) ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன.

காந்தங்கள் அவற்றின் காந்தத்தன்மையை இழந்துவிடுமா? எப்பொழுது?

வெப்பப்படுத்தும் பொழுதோ, உயரத்திலிருந்து கீழே போடும் பொழுதோ, சுத்தியால் தட்டும் பொழுதோ காந்தங்கள் அவற்றின் காந்தத்தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன.

கைபேசி, குறுந்தகடு, கணினி போன்றவற்றிற்கு அருகில் காந்தங்களை வைத்தால், காந்தங்கள் அதன் காந்தத்தன்மையை இழந்துவிடும். ஆந்தப் பொருள்களும் பாதிப்புக்கு உள்ளாகும்.

காந்தங்களைப் பாதுகாத்தல்:

காந்தங்களைச் சரியான முறையில் பாதுகாக்கவில்லை என்றாலும் கூட அவை தமது காந்தத்தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன.

சட்டக் காந்தங்களைக் காந்தத்தன்மை இழந்துவிடாமல் பாதுகாக்க, இரண்டு சட்டக் காந்தங்களின் எதிரெதிர் முனைகள் ஒன்றையொன்று பார்ப்பது போல் இணையாக வைத்து, அவற்றிற்கு இடையில் ஒரு மரக்கட்டையை வைக்கவும். இரண்டு தேனிரும்புத் துண்டுகளை காந்தங்களின் முனைகளுக்குக் குறுக்கே படத்தில் உள்ளது போல் வைத்து சட்டக் காந்தங்களைப் பாதுகாக்க வேண்டும்.

குதிரைலாட வடிவ காந்தத்தின் முனைகளுக்குக் குறுக்கே ஒரு தேனிரும்புத் துண்டை வைத்துப் பாதுகாக்க வேண்டும்.

காந்தங்களின் பயன்பாடுகள்:

நமது நடைமுறை வாழ்வில் காந்தங்கள் அடங்கிய பல்வேறு கருவிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். கீழ்க்காணும் பொருள்களில் காந்தங்கள் எவ்விதம் பயன்படுகின்றன என உங்கள் நண்பர்களுடன் விவாதிக்கவும்.

இன்றைய அறிவியல் - பறக்கும் இரயில்

காந்தங்களின் ஒத்த தருவங்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கும் என்பது நமக்குத் தெரியும். படத்தில் காட்டியவாறு இரண்டு சட்டக் காந்தங்களை வைக்கவும். நீங்கள் என்ன காண்கிறீர்கள்?

மின்காந்தத் தொடர்வண்டிக்கு மிதக்கும் தொடர்வண்டி என்ற பெயரும் உண்டு. பறக்கும் தொடர்வண்டி எனவும் இது அழைக்கப்படுகிறது. டீசல், பெட்ரோல் போன்ற எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தாமல், நாம் மேலே குறிப்பிட்ட காந்த ஈர்ப்பு மற்றும் விலக்க விசைகளைக் கொண்டு இந்த அதிவேக தொடர்வண்டி இயங்குகிறது.

மின்காந்ததொடர் வண்டிஎவ்வாறுவேலைசெய்கிறது?

மின்காந்தத் தொடர்வண்டியில் மின்காந்தங்கள் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் வழியேமின்சாரம் பாயும்போதுமட்டுமேகாந்தத்தன்மைபெறுகின்றன. மின்சாரத்தின் திசைமாறும்போது இதன் துருவங்களும் மாறுகின்றன. தொடர்வண்டியின் அடியிலும்,தண்டவாளத்திலும் உள்ளகாந்தங்களின் ஒத்ததுருவங்கள் ஒன்றையொன்றுவிலக்குவதன் காரணமாக இத்தொடர்வண்டிகள் தண்டவாளத்திலிருந்து 10 செமீஉயரத்தில் அந்தரத்தில் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. காந்தத்தின் ஈர்ப்புவிசையையும்,காந்தத்தின் விலக்குவிசையையும் பயன்படுத்திகாந்தப் பொருள்களைநகர்த்தமுடியும் எனஉனக்குத் தெரியுமல்லவா? தண்டவாளத்தில் பக்கவாட்டிலும்,தொடர்வண்டியின் கீழேபக்கவாட்டிலும்,உள்ளகாந்தங்களினால் இந்தத் தொடர்வண்டிமுன்னோக்கிசெலுத்தப்படுகிறது. மின்னோட்டத்தின் மூலம் இக்காந்தங்களைநம்மால் கட்டுப்படுத்தமுடியும்.

இத்தொடர்வண்டியில் சக்கரம் போன்றஅசையும் பொருள்கள் இல்லையென்பதால் உராய்வுவிசைகிடையாது. அதனால் மணிக்கு 300 கி.மீவேகத்திற்குமேல் எளிதாகச் செல்லலாம். இவைமணிக்கு 600 கி.மீவேகம் வரை கூட செல்லும் திறன் உடையவை. உராய்வு இல்லையென்பதால் இவை செல்லும் போதுஅதிகசத்தம் கேட்பதில்லை. குறைந்தமின்சாரமேபோதுமானது. சுற்றுச்சூழலுக்கும் இவை உகந்தவை.

பலநாடுகளில் இதுதொடர்பானமுயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டாலும்,சீனா, ஜப்பான்,தென்கொரியாபோன்றநாடுகளில் மட்டுமேதற்போதுநடைமுறையில் பயணிகள் போக்குவரத்திற்குப் பயன்படுகிறது.

இந்தியாவிலும் இது தொடர்பானசாத்தியக் கூறுகளைஅரசுஆராய்ந்துவருகிறது.



9th SCIENCE

அலகு - 5

காந்தவியல் மற்றும் மின்காந்தவியல்

காந்தப்புலம் (B):

மேலேயுள்ளசெயல்பாட்டிலிருந்துகாந்தங்கள் அவற்றைச் சுற்றிலும் கண்ணுக்குப் புலப்படாதபுலத்தைக் கொண்டுள்ளனஎன்பதைநாம் கவனிக்கிறோம். அவைகாந்தப் பொருட்களைசூழ்கின்றன. இந்தப் பகுதியில் காந்தத்தினால் ஏற்படும் ஈர்ப்புமற்றும் விலக்குவிசையைநாம் உணரலாம். காந்தத்தைச் சுற்றிலுள்ள,காந்தத் தன்மையைஉணரக்கூடிய இடம் காந்தப்புலம் எனஅழைக்கப்படுகிறது. இதுBஎன்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் அலகுடெஸ்லாஆகும்.

காந்தப்புலத்தில் ஒருசிறியதிசைகாட்டியைவைப்பதன் மூலம்,ஒருகாந்தத்தைச் சுற்றியுள்ளகாந்தப் புலத்தின் திசையைஅறியலாம்.

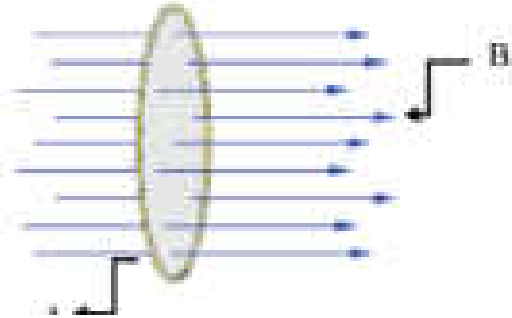
காந்தப்புலமானதுகாற்றில் மட்டுமல்ல,அனைத்துவகையானபொருட்களிலும் ஊடுருவிச் செல்லும்,பூமிஅதன் காந்தப்புலத்தைஅதுவாகவேஉருவாக்குகிறது. இது சூரியனின் சூரியக் காற்றிலிருந்துபூமியின் ஓசோன் அடுக்கைப் பாதுகாக்கிறதுமற்றும் திசைகாட்டி மூலம் கடல் வழிப் பயணத்திற்கும் அவசியமாகிறது.

காந்தவிசைக் கோடுகள்:

காந்தப்புலக் கோடு,காந்தப்புலத்தில் வரையப்பட்டஒருவளைவானகோடுஆகும். இதன் எந்தவொருபுள்ளியிலும் வரையப்படும் தொடுகோடானதுகாந்தப்புலத்தின் திசையைக் காட்டுகிறது. காந்தப்புலக் கோடுகள் வடதுருவத்தில் தொடங்கி,தென் துருவத்தில் முடிவடைகின்றனஅம்புக் குறியானதுA, Bமற்றும் Cஎன்றபுள்ளிகளில் காந்தப் புலத்தின் திசையைக் குறிக்கிறது. ஒவ்வொருபுள்ளியிலும் காந்தப்புலமானதுதொடுகோட்டின் திசையிலேயேஅமைந்திருப்பதனைக் கவனிக்கவும்.

காந்தப் பாயம்:

காந்தப் பாயம் என்பதுஒருகுறிப்பிட்டபரப்பின் வழியாகக் கடந்துசெல்லும் காந்தப்புலக் கோடுகளின் எண்ணிக்கைஆகும் இது ழஎன்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் அலகுவெபர் (Wb) ஆகும்.



சில கடல் ஆமைகள் (லாஜெர்ஹெட் கடல் ஆமை) அவைபிறந்தகடற்கரையோரம் பலஆண்டுகளுக்குப் பிறகும் வந்துமுட்டையிடுகின்றன. ஒருஆராய்ச்சியில்,ஆமைகள் தங்களதுபிறந்தகடற்கரையைக் கண்டறியபுவிக்காந்தஉருப்பதித்தல் என்னும் முறையைக் கையாளுகின்றனஎன்று கூறப்படுகிறது. இந்தஆமைகள்,புவியின் பல்வேறு இடங்களிலுள்ளகாந்தப்புலவலிமையைநினைவில் கொள்ளும் ஆற்றல் உடையவை. இந்தநினைவாற்றல் அவைதாயகத்திற்குத் திரும்புவதற்குஉதவுகிறது.

காந்தவிசைக் கோடுகளின் பண்புகள்:

- காந்தவிசைக் கோடுகள் காந்தத்தின் உட்புறம் ஊடுருவிச் செல்லும் தொடர் வளைகோடுகளாகும்.
- காந்தவிசைக் கோடுகள் காந்தத்தின் வடதுருவத்தில் துவங்கிதென் துருவத்தில் முடிவடையும்.
- காந்தவிசைக் கோடுகள் ஒருபோதும் ஒன்றுக்கொன்றுவெட்டிக் கொள்ளாது.

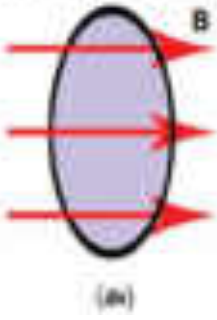
- இவைகாந்தத்தின் நடுப்பகுதியைவிடதுருவங்களில் அதிகமாக இருக்கும்.
- வளைகோட்டின் எந்தவொருபுள்ளியிலும் வரையப்படும் தொடுகோடானதுகாந்தப்புலத்தின் திசையைக் காட்டுகிறது.

மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவு:

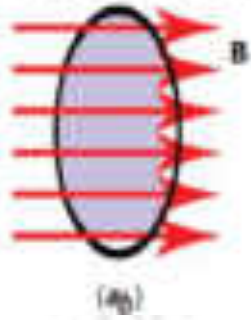
1820 ஆம் ஆண்டுஏப்ரல் மாதம் 21 ஆம் தேதி ஹான்ஸ் கிறிஸ்டியன் அயர்ஸ்டெட் என்றஒருடானிஷ் இயற்பியலாளர் ஒருவிரிவுவரையைவழங்கிக் கொண்டிருந்தார். அவர் அந்தவகுப்பில் மின்சுற்றுகளைக் குறித்துவிளக்கிக் கொண்டிருந்தார். அவர் விரிவுரையின் போதுஅடிக்கடிமின்சுற்றை மூடித் திறக்கவேண்டியிருந்தது. தற்செயலாக,அவர் மேஜையில் காந்தத் திசைகாட்டியின் ஊசிவிலகுவதைக் கவனித்தார். எப்போதெல்லாம் மின்சுற்று மூடப்பட்டுகம்பிவழியாகமின்சாரம் பாய்ந்ததோஅப்போதெல்லாம் காந்தஊசியானதுபார்வையாளர்கள் கூடு கவனிக்காதவண்ணம் சற்றேவிலகியது. ஆனால் அதுஅயர்ஸ்டெட்டுக்குத் தெளிவாகத் தெரிந்தது. இதனால் ஈர்க்கப்பட்டஅவர் பல்வேறுசோதனைகளைமேற்கொண்டுமிகஅற்புதமானவிளைவானமின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவினைக் கண்டறிந்தார்.

அயர்ஸ்டெட், ஓலு எனும் ஒருகம்பியைசரியாகவட-தென் திசையில் இருக்குமாறுஅமைத்தார். காந்தவிசைக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாகஅமைந்தஒரலகுபரப்பைக் கடந்துசெல்லும் காந்தவிசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கைகாந்தப் பாயஅடர்த்திஎன்றுஅழைக்கப்படும். இதன் அலகு Wb / m^2 ஆகும்.

காந்தத் துருவத்தின் காந்தத்தின்



மின்சுற்று காந்தத்தின் காந்தத்தின்



காந்தவிசைக் கோடுகளின் பண்புகள்:

- காந்தவிசைக் கோடுகள் காந்தத்தின் உட்புறம் ஊடுருவிச் செல்லும் தொடர் வளைகோடுகளாகும்.
- காந்தவிசைக் கோடுகள் காந்தத்தின் வடதுருவத்தில் துவங்கிதென் துருவத்தில் முடிவடையும்.
- காந்தவிசைக் கோடுகள் ஒருபோதும் ஒன்றுக்கொன்றுவெட்டிக் கொள்ளாது.
- இவைகாந்தத்தின் நடுப்பகுதியைவிடதுருவங்களில் அதிகமாக இருக்கும்.
- வளைகோட்டின் எந்தவொருபுள்ளியிலும் வரையப்படும் தொடுகோடானதுகாந்தப்புலத்தின் திசையைக் காட்டுகிறது.

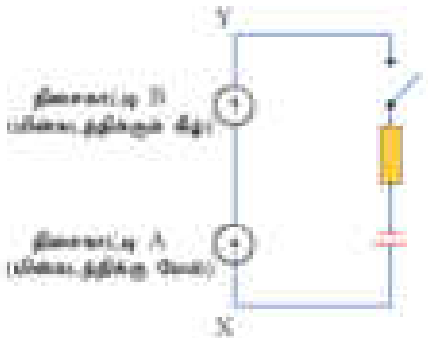
அவர் கம்பியின் மேல் Aஎனும் புள்ளியில் ஒருகாந்ததிசைகாட்டியையும்,கம்பியின் கீழ் Bஎனும் புள்ளியில் மற்றொருகாந்ததிசைகாட்டியையும் வைத்தார். மின்சுற்றுதிறந்தநிலையில் இருந்தபோதுஅதன் வழியாகமின்சாரம் பாயவில்லை. இப்பொழுது இரு காந்தஊசிகளும் வடதுருவத்தையேகாட்டின. மின்சுற்று மூடப்பட்டுமின்சாரம் பாய்ந்தபொழுது,Aஎனும் கம்பியின் மீதுவைக்கப்பட்டதிசைகாட்டிகிழக்குநோக்கியும்,Bஎனும் புள்ளியில் கம்பியின் மீதுவைக்கப்பட்டதிசைகாட்டிமேற்குநோக்கியும் விலகலடைந்தன இதிலிருந்துமின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியானதுஅதனைச் சுற்றிகாந்தப் புலத்தைஉருவாக்கியதுஎன்பதுதெரிகிறது.

வலக்கைபெருவிரல் விதியைப் பயன்படுத்திமின்னோட்டம் பாயும் மின் கடத்தியைச் சுற்றியுள்ளகாந்தக் கோடுகளின் திசையைஎளிதாகப் புரிந்துகொள்ளமுடியும். பெருவிரல் மேல் நோக்கியநிலையில் இருக்கும் படிஉங்கள் வலதுகையின் நான்குவிரல்களால் கம்பியைப் பிடிக்கும்பொழுது,மின்னோட்டத்தின்

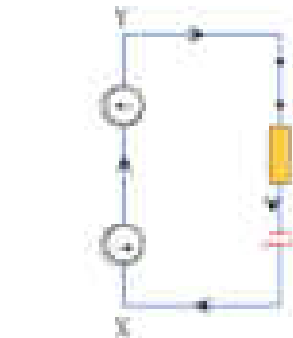
திசையானதுபெருவிரலைநோக்கி இருந்தால்,காந்தக் கோடுகள் உங்கள் மற்றநான்குவிரல்களின் திசையில் இருக்கும் இதிலிருந்துகாந்தப்புலமானதுஎப்போதும் மின்சாரம் பாயும் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும் என்பதுதெரிகிறது.

மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியால் உருவாகும் காந்தப்புலத்தின் வலிமை:

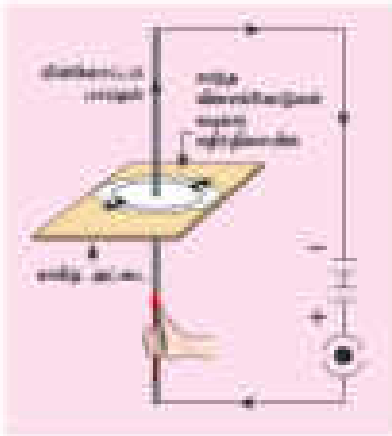
1. கம்பியின் மின்னோட்டம்,
 2. கம்பியில் இருந்துபுள்ளியின் தூரம்
 3. கம்பியில் இருந்துபுள்ளியின் திசையமைப்பும்
 4. ஊடகத்தின் காந்த இயல்பு
- போன்றவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். காந்தவிசைக்கோடுகள் மின் கம்பிக்குஅருகில் வலுவாகவும். அதைவிட்டுவிலகிச் செல்லும்போதுகுறைவாகவும் குறைவாகவும் உள்ளது. இதுகம்பியின் அருகில் நெருங்கியகாந்தவிசைக் கோடுகளையும் விலகிச் செல்லச் செல்லகுறைவானகாந்தவிசைக் கோடுகளையும் வரைவதன் மூலம் குறிக்கப்படுகிறது.



(அ) மின்னோட்டம் இயல்புள்ள இயல்பு



(ஆ) மின்னோட்டம் இயல்புள்ள இயல்பு



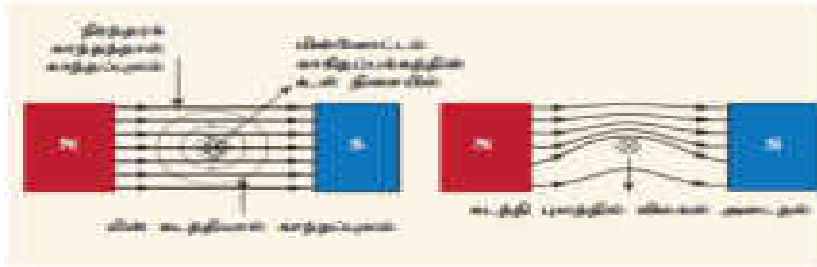
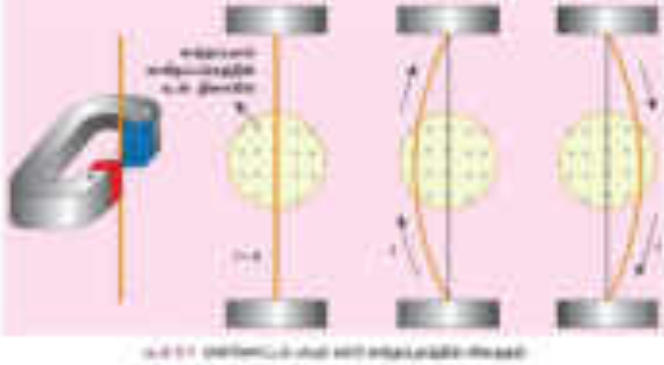
(அ) மின்னோட்டம் இயல்புள்ள இயல்பு

காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டகடத்தியில் உருவாகும் விசை:

ஒருகாந்தப்புலத்தில் காந்தப் புலத் திசையல்லாதவேறொருதிசையில் நகரும் மின்னோட்டமானதுஒருவிசையைஉணர்கிறதுஎன்பதைH.A.லாரன்ஸ் என்பவர் கண்டறிந்தார். இதுகாந்தவியல் லாரன்ஸ் விசைஎன அழைக்கப்படுகிறது. இயக்கத்திலுள்ளமின்னோட்டமானதுமின்னோட்டத்தைக் கொண்டிருப்பதால்,காந்தப்புலத்தின் திசையைத் தவிரவேறுதிசையில் வைக்கப்படும் ஒருநகரும் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டமின் கடத்தியின் மீதுஒருவிசையானதுசெயல்பட்டுகடத்தியில் இயக்கத்தைஉருவாக்கும்.

மின்னோட்டம் பாயும் கடத்திக்குஅருகேவைக்கப்பட்டகாந்தஊசியின் விலகலைக் கொண்டுகடத்தியைச் சுற்றிகடத்திக்குசெங்குத்துத் திசையில் ஒருகாந்தப்புலம் உருவாவதைக் கண்டோம். மேலும்,காந்தஊசியில் ஏற்பட்டவிலகல் மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியினால் அதன் மீதுசெயல்பட்டவிசையைஉணர்த்துகிறது 1821 ஆம் ஆண்டில்,மைக்கல் .பாரடேஎன்னும் அறிஞர்

ஒருகாந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் போதுமின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியும் விலக்கமடையும் என்பதைக் கண்டறிந்தார். நிரந்தரகாந்தத்தின் காந்தப் புலமும் மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியால் உருவாக்கப்படும் காந்தப் புலமும் செயல் புரிந்துமின் கடத்தியில் ஒருவிசையை உருவாக்குகிறது எனக் கண்டறிந்தார். மின்னோட்டத் திசைக்குசெங்குத்துப் பார்வைகாட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 58 காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியின் மீது விசை செயல்படுத்துதல்

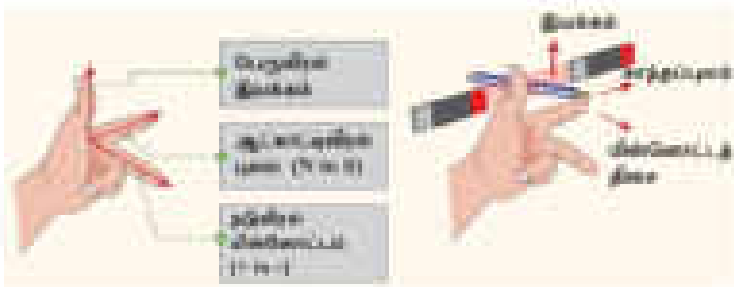
காந்தபுலம் B க்குசெங்குத்தாக L நீளம் உள்ள ஒரு கடத்தி வழியாக I மின்னோட்டம் பாயுமானால், அதன் மூலம் உருவாகும் விசை F க்கான சமன்பாடு,

$$F = I L B$$

மேலே உள்ள சமன்பாட்டிலிருந்து விசையானது, கடத்தியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம், கடத்தியின் நீளம் மற்றும் கடத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும் காந்தப்புலம் ஆகியவற்றிற்கு நேர் தகவில் உள்ளது என்பது தெரிகிறது.

குறிப்பு: மின்னோட்டம் மற்றும் காந்தப் புலத்திற்கு இடையே உள்ள சாய்வின் கோணமும் காந்தவிசையைப் பாதிக்கிறது. கடத்திகாந்தப் புலத்திற்கு செங்குத்தாக இருக்கும் போது, விசை அதிகபட்சமாக ($=BIL$) இருக்கும். இது காந்தப்புலத்திற்கு இணையாக இருக்கும் போது, விசை சுழியாக இருக்கும்.

விசை என்பது ஒரு வெக்டர் அளவு ஆகும். அது எண்மதிப்பையும் திசையையும் கொண்டுள்ளது. எனவே, விசை செயல்படும் திசையையும் நாம் அறிந்து கொள்ள வேண்டும். இந்தத் திசையை பெறும்பாலும் \therefore பிளமிங்கின் இடது கை விதிப்படி தெரிந்து கொள்ளலாம். (விஞ்ஞானி ஜான் ஆம்பரோஸ் \therefore பிளமிங் உருவாக்கியது).



படம் 59 பிளமிங்கின் இடது கை விதி

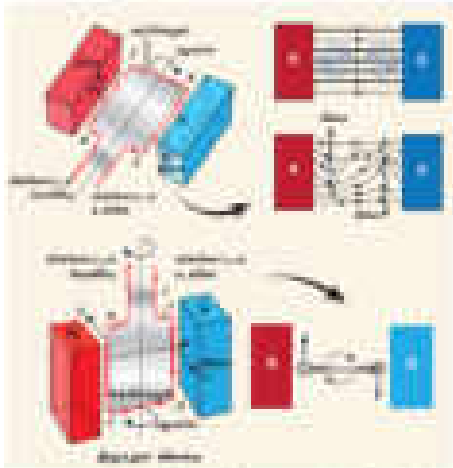
இடதுகரத்தின் பெருவிரல்,ஆள்காட்டிவிரல்,நடுவிரல் ஆகியவை மூன்றும் ஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தாக இருக்கும்போது,மின்னோட்டத்தின் திசையைநடுவிரலும்,சுட்டுவிரல் காந்தப்புலத்தின் திசையையும் குறித்தால்,பெருவிரலானதுகடத்தி இயங்கும் திசையைக் குறிக்கிறது.

மின் மோட்டார்:

மின் ஆற்றலை இயந்திரஆற்றலாகமாற்றும் கருவியேமின் மோட்டார் ஆகும். நவீனவாழ்க்கையில் மின்சாரமோட்டார்கள் முக்கியமானவை. அவை தண்ணீர் பம்பு,மின்விசிறி,சலவை இயந்திரம்,சாறுபிழியும் கருவி,மாவரைக்கும் இயந்திரம் முதலியனவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒருகாந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் ஒருகடத்தியில் ஒருவிசையானதுசெயல்பட்டுஅக்கடத்தியை இயங்கச் செய்கிறதுஎனநாம் ஏற்கனவேபடித்தோம். இதுமேன் மோட்டாரின் தத்துவமாகஉள்ளது.

ஒருமோட்டார் எவ்வாறு இயங்குகிறதுஎன்பதைப் புரிந்துகொள்வதற்கு,ஒருநிலையானகாந்தப்புலத்தின் உள்ளேவைக்கப்படும் மின் சுருள் ஒன்றின் மீதுதிருப்புவிளைவுஎவ்வாறுஏற்படுகிறதுஎன்பதைப் புரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

இல்,ஒருஎளியகம்பிச் சுருள் ஒருகாந்தத்தின் இரு துருவங்களுக்கு நடுவேவைக்கப்பட்டுள்ளது. தற்போதுகம்பிச் சுருளின் ABஎனும் பிரிவைப் பாருங்கள். மின்னோட்டத்தின் திசைBஐ நோக்கிச் செல்கிறது. ஆனால் கடத்திப் பிரிவுCDயில் மின்னோட்டதிசைஎதிராக இருக்கும். கடத்திப் பிரிவுABயிலும் CDயிலும் மின்னோட்டம் எதிரெதிர் திசைகளில் செல்வதால்,பிளெமிங்கின் இடது கை விதியின் படிஅவற்றின்



படம் 1.11: கம்பிசுருளின் ஏற்புள் திசைகள்

இயக்கத்திசைகளும் எதிரெதிராக இருக்கும். கம்பிச் சுருளின் ஒருமுனைகளிலும் விசையானதுஎதிரெதிர் திசைகளில் இருப்பதால் அவைசுழல்கின்றன.



மின்னோட்டமானது ABCD வழியாக இருந்தால், கம்பிச் சுருள் முதலில் கடிக்காரத் திசையிலும் பின் எதிர் திசையிலும் சுழலும். கம்பிச் சுருள் ஒரே திசையில் அதாவது கடிக்காரத்திசையில் இயங்கவேண்டுமானால் மின்னோட்டமானது, சுழற்சியின் முதல் பாதியில் ABCD வழியாகவும் இரண்டாவது பாதியில் DCBA வழியாகவும் பாயவேண்டும். மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்ற, பிளவுவளைய திசை மாற்றினாலும் ஒரு சிறிய கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பிளவுவளையத்தில் உள்ள இடைவெளியானது முனையம் X மற்றும் Y உடன் இணைந்திருக்கும் போது சுருளில் மின்னோட்டம் இருப்பதில்லை. ஆனால், சுருள் நகர்வதால், அது தொடர்ந்து முன்னோக்கி நகர்ந்து இரு பிளவுவளையங்களில் ஏதாவது ஒன்று காம்பன் தூரிகைகள் X மற்றும் Y யுடன் தொடர்புகொள்ளும். இந்த மின்னோட்டத் திருப்புதல் ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியிலும் நிகழ்ந்து கம்பிச் சுருளில் தொடர்ச்சியான சுழற்சியை ஏற்படுத்துகிறது.

சுருளின் சுழற்சிவேகம் கீழ்க்கண்ட காரணிகளால் அதிகரிக்கப்படலாம்.

1. கம்பிச் சுருளில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் வலிமையை அதிகரித்தல்
2. கம்பிச் சுருளின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தல்
3. கம்பிச் சுருளின் பரப்பளவை அதிகரித்தல்
4. காந்தப்புலத்தின் வலிமையை அதிகரித்தல்

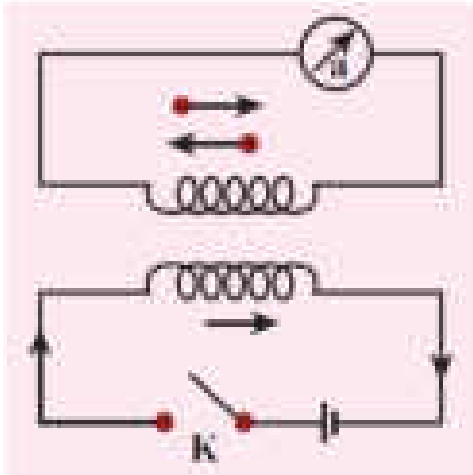
மின்காந்தத் தூண்டல்:

மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியைச் சுற்றிகாந்தப்புலம் உருவாகிறது என அயர்ஸ்டீட்டால் நிரூபிக்கப்பட்ட போது, தலைகீழ் விளைவுகளும் முயற்சி செய்யப்பட்டன. 1831 ஆம் ஆண்டில், கடத்தியுடன் இணைந்த காந்தப் பாயம் மாறும் போது, கடத்தி வழியாக ஒரு மின்னியக்கு விசையை (e.m.f) உற்பத்தி செய்ய முடியும் என்பதை விளக்கினார் மைக்கேல் .பாரடே. இதனை நிரூபிப்பதற்காக அவர் பின்வரும் பரிசோதனைகளை நடத்தினார்.

.பாரடேயின் சோதனைகள்:

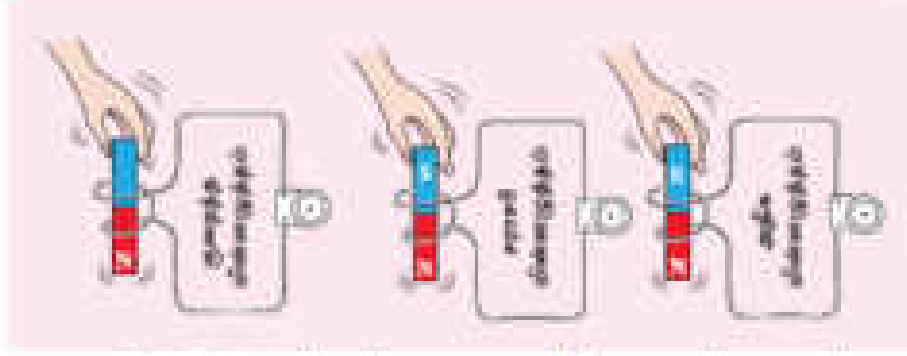
சோதனை 1

இந்த சோதனையில் இரு கம்பிச் சுருள்கள் ஒரு தேனிரும்புவளையத்தின் மீது (ஒன்றுக்கொன்று பிரிக்கப்பட்ட) சுற்றி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இடதுபக்கத்தின் சுருளுடன் ஒரு மின்கலம் மற்றும் சாவி இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வலதுபுறச் சுருளுடன் ஒரு கால்வனாமீட்டர் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சாவியை இணைத்தவுடன், கால்வனாமீட்டரில் ஒரு விலகல் ஏற்படுகிறது. அதுபோல், சாவியை அணைக்கும் பொழுது, மீண்டும் ஒரு விலகல் ஏற்படுகிறது. ஆனால் இது எதிர் திசையில் நிகழ்கிறது. இதிலிருந்து மின்னோட்டம் உற்பத்தியாவது நிரூபிக்கப்படுகிறது.



சோதனை 2:

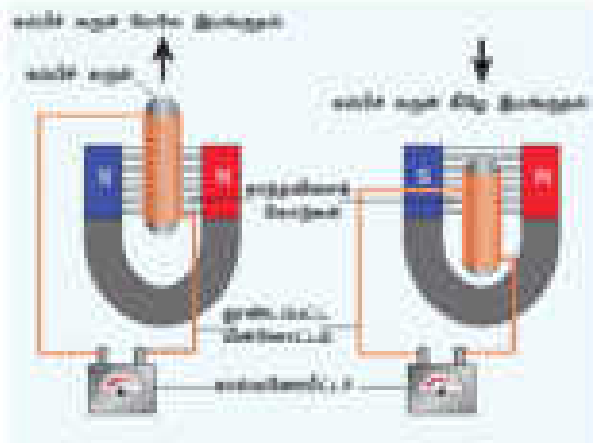
இந்த சோதனையில் கம்பிச் சுருளுக்கு உள்ளே காந்தத்தை மேலும் கீழும் இயக்கும் பொழுது மின்னோட்டம் (காந்தத்தின் இயக்கம் மற்றும் சுருளின் இயக்கத்தால்) உருவாக்கப்படுகிறது என்பது நிரூபிக்கப்படுகிறது. அதிக சுருள்கள் இருந்தால் அதிக மின்னழுத்தம் உருவாக்கப்படும்.



படம். 5.15 காந்தத்தை நகர்த்துவதன் மூலம் மின்காந்த தூண்டல்

சோதனை 3

இந்தசோதனையில் காந்தம் நிலையாக உள்ளது. ஆனால் கம்பிச்சுருள் காந்தப் புலத்தின் உள்ளேயும் வெளியேயும் நகர்த்தப் படுகிறது (காந்தப் புலவரிகளால் குறிக்கப்படுகிறது). இந்தநிகழ்விலும் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது.

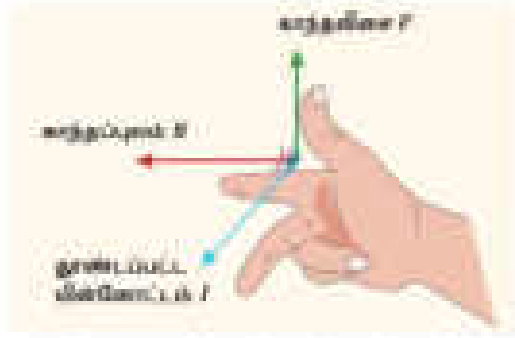


இந்தசோதனைகளிலிருந்து,காந்தப்பாயம் மாறும்பொழுதுகாந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டமின்சுற்றில் ஒருமின்னியக்குவிசை (emf)உருவாகும் எனவும்,அந்தமின்னியக்குவிசையின் மதிப்புக்காந்தப்பாயமாறுபட்டுவீதத்தைப் பொறுத்துஅமையும் எனவும் .பாரடேமுடிசெய்தார். இந்தமின்னியக்குவிசையானது தூண்டப்பட்டமின்னியக்குவிசைஆகும். ஒரு முடியசுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டகாந்தப் பாயத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் காரணமாக தூண்டப்பட்டமின்னியக்குவிசைஉருவாகும் நிகழ்வுமின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படும்.

குறிப்பு: தூண்டப்பட்டமின்னோட்டத்தின் திசைலென்ஸின் விதியால் விளக்கப்படுகிறது. கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்டமின்னோட்டமானதுஅதுஉருவாகக் காரணமாயிருந்தகாந்தப்பாயமாற்றத்தைஎதிர்க்கும் என்பதேலென்ஸ் விதியாகும். தூண்டப்பட்டமின்னோட்டத்தின்

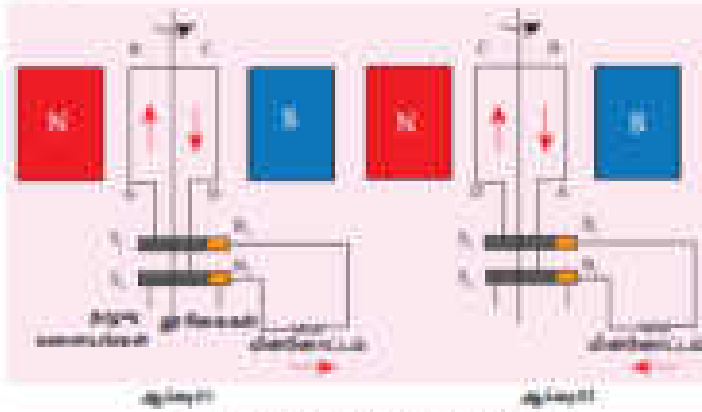
.பிளெமிங்கின் வலக்கைவிதி:

வலதுகையின் பெருவிரல்,சுட்டுவிரல்,நடுவிரல் ஆகியவற்றைநீளவாக்கில் ஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தாகநீட்டும்போது,சுட்டுவிரல் காந்தப்புலத்தின் திசையையும்,பெருவிரல் கடத்தி இயங்கும் திசையையும் குறித்தால்,நடுவிரல் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கும். .பிளெமிங்கின் வலது கை விதிமின்னியற்றிவிதிஎன்றும் அழைக்கப்படுகிறது.



மின்னியற்றி:

ஒருமாறுதிசைமின்னோட்ட (AC) மின்னியற்றியில், ஒருநிலைக் காந்தத்தின் இரு துருவங்களுக்கு இடையில் அமைக்கப்பட்ட சுழலும் வகையிலான மின்சட்டம் எனப்படும் செவ்வக வடிவ கம்பிச் சுருள் ABCD வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த சுருளின் இரண்டு முனைகளும் இரண்டு நேரவளையங்களான S_1 மற்றும் S_2 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த நேரவளையங்களின் உட்புறம் மின்காப்பு செய்யப்பட்டுள்ளது. கடத்தும் தூரிகைகளான B_1 மற்றும் B_2 ஆகிய இரண்டு தூரிகைகள் முறையே S_1 மற்றும் S_2 ஆகியற்றைத் தொடும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளன. S_1 மற்றும் S_2 இரு வளையங்களும் ஒரு உட்பக்க அச்சின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அச்சானது காந்தப்புலத்தின் உள்ளே உள்ள கம்பிச் சுருளை சுழற்றும் வகையில் வெளியிலிருந்து சுழற்றப்படுகிறது. இரண்டு தூரிகைகளின் வெளிமுனைகள் வெளிப்புறச் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

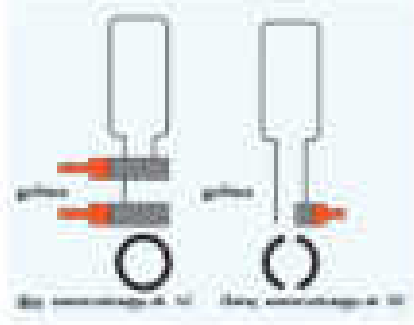


படம் 5.18 AC மின்னியற்றி

கம்பிச் சுருள் சுழற்றப்படும் போது, சுருளுடன் இணைக்கப்பட்ட காந்தப்பாயமும் மாறுபடும். இந்த காந்தப்பாயமாற்றம் மின்னோட்டத்தைத் தூண்டுகிறது. ∴ பிளேமிங்கின் வலது கை விதிப்படி தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையானது, கம்பிச் சுருளில் ABCD வழியாகவும். வெளிப்புறவட்டத்தில் B_2 லிருந்து B_1 நோக்கியும் பாய்கிறது. சுழற்சியின் இரண்டாவது பாதியில், மின்னோட்டத்தின் திசையானது, கம்பிச் சுருளில் DCBA வழியாகவும் வெளிப்புறச் சுற்றுப்பாதையில் B_1 லிருந்து B_2 நோக்கியும் பாய்கிறது. சுருளின் சுழற்சி தொடரும் போது, வெளிப்புறச் சுற்றுக்களில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு அரை சுழற்சியிலும் மாறிக் கொண்டிருக்கும்.

நேர் மின்னோட்டத்தைப் (DC) பெற, ஒரு பிளவுவளைய திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

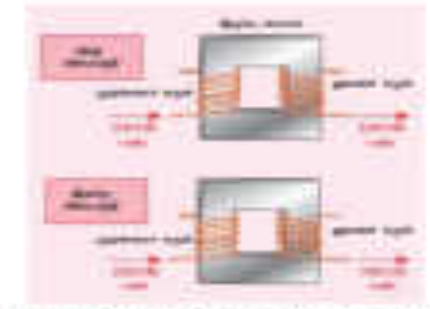
இந்த அமைப்பில், ஒரு தூரிகை எப்பொழுதும் மேல் நோக்கிய மின்சட்டக் கையுடனும், மற்றொரு தூரிகை எப்பொழுதும் கீழ் நோக்கிய மின்சட்டக் கையுடனும் தொடர்புகொண்டிருக்கும். எனவே மின்னோட்டமானது ஒரே திசையில் உருவாக்கப்படுகிறது. இதனால் இவ்வகை மின்னியற்றி DC மின்னியற்றி என்று அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 8.18 AC மற்றும் DC மின்னியக்குவிகள் ஒப்பீடு

மின்மாற்றி:

குறைந்தமின்னழுத்தத்தை உயர் மின்னழுத்தமாகவும் உயர் மின்னழுத்தத்தை குறைந்தமின்னழுத்தமாகவும் மாற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி மின்மாற்றி எனப்படுகிறது. இது மின் காந்தத் தூண்டல் கொள்கையின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. இது ஒன்றுக்கொன்று காப்பிடப்பட்ட முதன்மை மற்றும் துணைச் சுருள்களைக் கொண்டது. முதன்மைச் சுருள் வழியாகப் பாயும் மாறும் மின்னோட்டமானது இரும்புவளையத்தில் காந்தப்புலத்தைத் தூண்டுகிறது. இரும்புவளையத்தின் காந்தப் புலம் துணைச் சுருளில் மாறுகின்ற மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுகிறது.



படம் 8.19 ஈற்று மின்மாற்றி மற்றும் இடது மின்மாற்றி

முதன்மை மற்றும் துணைச் சுருள்களில் உள்ளகம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து, மின்னழுத்தத்தை உயர்த்தவோ அல்லது குறைக்கவோ செய்யலாம்.

ஏற்றுமின்மாற்றி:

ஒரு குறைந்த மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை உயர் மாறுதிசை மின்னழுத்தமாக மாற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்மாற்றி ஏற்றுமின்மாற்றி என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது $V_s > V_p$. ஒரு ஏற்றுமின்மாற்றியில், முதன்மைச் சுருளில் உள்ளகம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கையை விட துணைச் சுருளில் உள்ளகம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும் ($N_s > N_p$)

இறக்குமின்மாற்றி:

ஒரு உயர் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை குறைந்த மாறுதிசை மின்னழுத்தமாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின்மாற்றி இறக்குமின்மாற்றி என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது $V_s < V_p$ ஒரு இறக்குமின்மாற்றியில், முதன்மைச் சுருளில் உள்ளகம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கையை விட துணைச் சுருளில் உள்ளகம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருக்கும். ($N_s < N_p$)

ஒரு ஏற்றுமின்மாற்றி மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கிறது. ஆனால் மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கிறது மற்றும் மறுதலையாகவும் அமையும். அடிப்படையில் வெப்பம், ஒலிபோன்றவடிவில் ஒரு மின்மாற்றியில் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படும்.

மின்மாற்றிகள் தொடர்பான சூத்திரங்கள் பின்வரும் சமன்பாடுகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$$\frac{\text{முதன்மைச் சுருள் களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துணைச் சுருள் களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{\text{முதன்மைச் சுருளின் மின் அழுத்தம் } V_p}{\text{துணைச் சுருளின் மின் அழுத்தம் } V_s}$$

$$\frac{\text{துணைச் சுருள் களின் எண்ணிக்கை } N_2}{\text{முதன்மைச் சுருளின் மின்னோட்டம் } I_p} = \frac{\text{முதன்மைச் சுருளின் மின்னோட்டம் } I_s}{\text{துணைச் சுருளின் மின்னோட்டம் } I_s}$$

நேர்திசைமின்னோட்டம் (DC) மூலத்துடன் ஒருமின்மாற்றியைப் பயன்படுத்த இணைக்கப்பட்ட காந்தப் புலக் கோடுகளின் எண்ணிக்கையில் எந்தமாற்றமும் ஏற்படாது. எனவே, துணைச் சுருளில் மின்னியக்குவிசையானது தூண்டப்படாது.

கணக்கீடு 3.

ஒருமின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் 800 சுற்றுகள் உள்ளன. துணைச் சுருள் 8 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. இது ஒரு 220V AC மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வெளியீடுமின்னழுத்தம் என்னவாக இருக்கும்?

தீர்வு:

ஒருமின்மாற்றியில்

$$E_s / E_p = N_s / N_p$$

$$E_s = N_s / N_p \times E_p$$

$$= 8 / 800 \times 220 = 220 / 100 = 2.2 \text{ வோல்ட்}$$

மின்காந்தத்தின் பயன்கள்:

மின்காந்தவியல், பொறியியல் பயன்பாடுகளில் மிகப்பெரிய புரட்சியை ஏற்படுத்தியுள்ளது. இது தவிர மருத்துவம், தொழிற்சாலை மற்றும் வானியலிலும் அது பெரிய மாற்றங்களை உருவாக்கியுள்ளது.

ஒலிபெருக்கி:

ஒலிபெருக்கியின் உள்ளே, ஒரு நிலைக் காந்தத்தின் முன் முன்காந்தம் வைக்கப்படுகிறது. நிலைக் காந்தம் அசையாமல் இருக்குமாறும், மின்காந்தம் இயங்கும் வகையிலும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்காந்தச் சுருளின் வழியாக மின்சாரத்துடிப்புகள் கடந்து செல்லும் போது, அதன் காந்தப்புலத் திசைவேகமாக மாறுகிறது. இது நிலைக் காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படும் விலக்கப்படும் முன் பின் நகர்வதால் அதிர்வடைகிறது என்பதே இதன் பொருள். மின்காந்தம் காகிதம் அல்லது பிளாஸ்டிக் போன்ற நெகிழ்வான பொருட்களாலான ஒரு கூம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது அதிர்வுகளை அதிகரிக்கச் செய்து நமது காதுகளைச் சுற்றியுள்ள காற்றுக்கு ஒலி அலைகளை உருவாக்கச் செய்கிறது.

காந்தத்தூக்கல் தொடர்வண்டி:

காந்தத்தூக்கல் முறையில் ஒரு பொருளானது மின்காந்தப் புலத்தினால் உயர்த்தப்படுகிறது. காந்தத்தூக்கல் தொடர்வண்டியில் இருவகைக் காந்தங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்று சக்கரத்தை விலக்கித் தொடர் வண்டியை தண்டாளத்தில் இருந்து மேலே தூக்குகிறது. மற்றொன்று வண்டியை முன்புறம் வேகமாகத் தள்ளுகிறது. தொடர்வண்டியானது, காந்தத் தத்துத்தின் அடிப்படையில் வண்டியின் நிலைத் தன்மையையும், வேகத்தையும் கட்டுப்படுத்தக் கூடிய வழிகாட்டிகள் வழியாக நகர்கின்றது.

மருத்துவத்துறை:

தற்போது மின்காந்தப் புலங்கள் புற்றுநோய்க்கான உடல் வெப்ப உயர்வு சிகிச்சைகள் மற்றும் காந்த ஒத்ததிர்வுத் தோற்றுருவாக்கல் (MRI) போன்ற மேம்பட்ட மருத்துவ உபகரணங்களில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. மின்காந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படும் பிற உபகரணங்கள் மனித உடலைப் பற்றிய தகவல்களை எளிதில் ஸ்கேன் செய்து விடுகின்றன.

ஸ்கேனர்கள், X-ray உபகரணங்கள் மற்றும் பிற மருத்துவ உபகரணங்கள் பலவும் அற்றின் செயல்பாட்டிற்கு மின்காந்தவியல்கொள்கைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன.

12THஇயற்பியல்
தொகுதி- 1
அலகு 3

காந்தவியல் மற்றும் மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவுகள்

புவிகாந்தப்புலம் மற்றும் புவிகாந்தப்புலக் கூறுகள்:

திசைகாட்டும் கருவியில் உள்ளகாந்தஊசி அல்லது தடையின்றி தொங்கவிடப்பட்ட காந்தம் போன்றவை கிட்டத்தட்ட புவியின், வடக்கு-தெற்கு திசையில் நிற்பதை சிறுவகுப்பில் நாம் நிகழ்த்திய சோதனைகளில் மூலம் அறிந்திருப்போம்.

திசைகாட்டும் காந்தஊசியின் வடமுனை, புவியின் வடமுனைக்கு அருகே உள்ள காந்த தென்முனையால் ஈர்க்கப்படுகிறது. இதேபோன்று காந்தஊசியின் தென்முனை,

1600-ஆம் ஆண்டில் வாழ்ந்தவில்லியம் கில்பர்ட் என்ற அறிஞர், புவியை ஒரு மிகப்பெரிய ஆற்றல் வாய்ந்த சட்டகாந்தம் போன்று செயல்படுகிறது என்ற கொள்கையை முன்மொழிந்தார். ஆனால் இக்கொள்கை ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. ஏனெனில் புவியின் உள்ளே உள்ள மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையில், அக்காந்தம், அதன் காந்தத்தன்மையை இழந்துவிடும். சூரியனிடமிருந்து வரும் வெப்பக்கதிர்கள் தான் புவியின் காந்தப்புலத்திற்குக் காரணம் என்று கோவர் (Gover) என்ற அறிஞர் முன்மொழிந்தார். இக்கதிர்கள் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியின் (Equatorial region) அருகே உள்ள காற்றை வெப்பப்படுத்தும். இந்த வெப்பக் காற்று புவியின் வடமற்றும் தென் அரைக்கோளங்களை நோக்கி வீசும் போது மின்னேற்றம் அடைகிறது. புவிப்பரப்பிலுள்ள பெர்ரோகாந்தப் பொருட்கள் காந்தத்தன்மையை அடைவதற்கு இந்த மின்னேற்றம் பெற்ற வெப்பக் காற்றே காரணமாக இருக்கலாம். இன்றுவரை புவியின் காந்தத்தன்மையை விளக்குவதற்குப் பல்வேறு கொள்கைகள் முன்மொழியப்பட்டன. ஆனால் எந்த ஒரு கொள்கையும் புவியின் காந்தத்தன்மைக்கான காரணத்தை முழுமையாக விளக்கவில்லை.

புவியின் தென்முனைக்கு அருகே உள்ள காந்த வடமுனையால் ஈர்க்கப்படுகிறது. புவியின் காந்தப்புலம் பற்றிப் படிக்கும் இயற்பியலின் பிரிவிற்கு புவிகாந்தவியல் (Geomagnetism) அல்லது நிலகாந்தவியல் (Terrestrial magnetism) என்று பெயர். புவிப்பரப்பிலுள்ள அதன் காந்தப்புலத்தை குறிப்பிடுவதற்கு மூன்று அளவுகள் தேவைப்படுகின்றன. அவற்றை சில நேரங்களில் புவிகாந்தப்புலத்தின் கூறுகள் என்றும் அழைக்கலாம். அவை

1. காந்தஒதுக்கம் D (Magnetic declination)
2. காந்தச் சரிவு (Magnetic dip or inclination)
3. புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு B_H (horizontal component of the Earth's magnetic field)

புவி அச்சைப் பொறுத்து, புவி தன்னைத்தானே சுற்றுவதால் இரவு-பகல் ஏற்படுகிறது. இப்புவி அச்சு (Geographic axis) வழியாகச் செல்லும் செங்குத்துத் தளத்திற்கு புவி திருவத்தளம் என்று பெயர். இப்புவி அச்சுக்கு செங்குத்தாகக் கருதப்படும் ஓர் மிகப்பெரிய வட்டக்கோட்டிற்கு புவிநடுவரை அல்லது பூமத்திய ரேகை என்று பெயர்.

புவிகாந்தமுனைகளை இணைக்கும் நேர்க்கோட்டிற்கு, காந்த அச்சு என்று பெயர். இந்த காந்த அச்சு வழியாகச் செல்லும் செங்குத்துத் தளத்திற்கு காந்த திருவத்தளம் என்றும் பெயர். புவியின் காந்த அச்சுக்கு செங்குத்தாகக் கருதப்படும் ஓர் மிகப்பெரிய வட்டக்கோட்டிற்கு காந்த நடுவரை அல்லது காந்த மத்திய ரேகை என்று பெயர்.

காந்தஊசி ஒன்றினை தடையின்றி தொங்கவிடும் போது, அக்காந்தஊசி காட்டப்பட்டுள்ள புவி திருவத்தளத்தில் மிகச்சரியாக நிற்காது. புள்ளி ஒன்றில் காந்த திருவத் தளத்திற்கும், புவி திருவத்தளத்திற்கும் இடையே உள்ள கோணம் காந்தஒதுக்கம் (D) என அழைக்கப்படுகிறது.

உயர்ந்தகுறுக்குகோடுகளுக்குகாந்தஓதுக்கம் பெருமமாகும். ஆனால் புவிநடுவரைக்குஅருகில் இதன் மதிப்புசிறுமமாகும். இந்தியாவில் காந்தஓதுக்கம் மிகச்சிறியமதிப்பைப் பெற்றுள்ளது. மேலும் சென்னையில் இதன் மதிப்பு-1° 16' (இது எதிர்க்குறிமதிப்பு (மேற்கு)).

புள்ளிஒன்றில்,புவியின் மொத்தகாந்தப்புலம் B காந்தத் துருவத்தளத்தின் கிடைத்தளத்திசையுடன் ஏற்படுத்தும் கோணம்,சரிவுஅல்லதுகாந்தச் சரிவு(I)எனஅழைக்கப்படும். சென்னையின் சரிவுக்கோணம் 14° 28' ஆகும். காந்ததுருவத்தளத்தின் கிடைத்தளத்திசையில் உள்ளபுவிக்காந்தப்புலத்தின் கூறு,புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு B_H என்றுஅழைக்கப்படும்.

புவிப்பரப்பில் P என்றபுள்ளியில் உள்ளபுவியின் காந்தப்புலம் B_E என்க. இதனைஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தானஒரு கூறுகளாகப் பகுக்கலாம்.

$$\begin{aligned} \text{கிடைத்தளக்கூறு } B_H &= B_E \cos I \\ \text{செங்குத்துக்கூறு } B_V &= B_E \sin I \end{aligned}$$

வகுக்கும்போதுகிடைப்பது

$$\tan I = \frac{B_V}{B_H}$$

காந்தநடுவரையில் புவிக்காந்தப்புலம்:

புவிக் காந்தப்புலம்,புவிப்பரப்பிற்கு இணையாகஉள்ளதால், (அதாவதுகிடைத்தளமாக) திசைகாட்டும் கருவியின் குறிமுள் $I = 0^\circ$ என்றசரிவுக்கோணத்தில் ஓய்வுநிலையைஅடையும்.

$$\begin{aligned} B_H &= B_E \\ B_V &= 0 \end{aligned}$$

நடுவரையில்,கிடைத்தளக்கூறு பெருமமாகவும்,செங்குத்துக்கூறு சுழியாகவும் இருப்பதை இது உணர்த்துகிறது.

காந்ததுருவங்களில் புவிக்காந்தப்புலம்:

புவிகாந்தப்புலம்,புவிப்பரப்பிற்குசெங்குத்தாகஉள்ளதைதிசைகாட்டும் கருவியின் குறிமுள் செங்குத்தாக $I = 90^\circ$ என்றசரிவுக்கோணத்தில் ஓய்வுநிலையைஅடைவதிலிருந்துநாம் அறிந்துகொள்ளலாம்.

$$\begin{aligned} B_H &= 0 \\ B_V &= B_E \end{aligned}$$

காந்தத் துருவங்களில்,செங்குத்துக்கூறு பெருமமாகவும் கிடைத்தளக்கூறு சுழியாகவும் இருப்பதை இது உணர்த்துகிறது.

வடதுருவஒளித்தோற்றம் (Aurora Borealis) மற்றும் தென்துருவஒளித்தோற்றம் (Aurora Australias)

உயர்ந்தகுறுக்குக்கோட்டுப் பகுதியில் வசிக்கும் மக்கள் (ஆர்டிக் அல்லதுஅண்டார்டிக் பகுதிக்குஅருகில்) இரவுவானில் பளிச்சிடும் வெளிர் நீலஒளிதோன்றுவதைகண்டிருப்பார்கள். வானில் தோன்றும் இந்தஆச்சரியமானகாட்சிக்குவடதுருவஒளித்தோற்றம் அல்லதுதென்துருவஒளித்தோற்றம் என்றுபெயர். சிலநேரங்களில் துருவஒளிஎன்றும் இதனைஅழைப்பார்கள். புவியின் வடக்குஅரைக்கோளம் மற்றும் தெற்குஅரைக்கோளங்களின் காந்தத் துவருங்களுக்குமேல் இந்தஒளிக்காட்சியைக் காணலாம். வடக்குதிசையில் இதனைவடதுருவஒளித்தோற்றம் என்றும் தெற்குத்திசையில் இதனைதென்துருவஒளித்தோற்றம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. புவியின் வளிமண்டலத்தில் உள்ளவாயுத்துகள்கள், சூரியக்காற்றினால் (Solar wind) சூரியனின் வளிமண்டலத்திலிருந்துவெளியிடப்படும் அதிகமாகமின்னூட்டப்பட்டதுகள்களுடன் இடைவினைபுரிவதால் இந்தஒளித்தோற்றம் ஏற்படுகிறது. மேலும் வெவ்வேறுவகையானதுகள்களின் மோதலினால் வெவ்வேறுநிறங்களில் ஒளிதோன்றுகிறது. அயனிநிலையில் உள்ளஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் மோதலில் ஈடுபடும்போதுபச்சைவண்ணத்துடன் கூடியவெளிர் மஞ்சள் நிறஒளிதோன்றும். அயனிநிலையில் உள்ளநைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் மோதலில் ஈடுபடும்போது,நீலம்

அல்லது ஊதா-சிவப்பு வண்ண ஒளித்தோற்றம் தோன்றுகிறது.

காந்தத்தின் அடிப்படைப் பண்புகள்

சட்டகாந்தம் ஒன்றிணைபின்வரும் கலைச் சொற்கள் மற்றும் பண்புகளின் அடிப்படையில் விவரிக்கலாம்.

காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன்:

சட்டகாந்தம் ஒன்றை உள்ளவாறுகருதுக. அதன் முனைவலிமையை q_m என்க. காந்தத்தின் வடிவியல் மையம் O விலிருந்து அதன் ஒருமுனையின் நீளம் l என்க. காந்தத்தின் முனைவலிமை மற்றும் காந்தநீளம் இவற்றின் பெருக்கற்பலன் ஆனது காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன் எனவரையறுக்கப்படுகிறது. இது ஒரு வெக்டர் அளவாகும். இதனை \vec{P}_m என குறிப்பிடலாம்.

$$\vec{P}_m = q_m \vec{d}$$

இங்கு d என்பது தென்முனையிலிருந்து வடமுனைவரைவரையப்பட்ட வெக்டரைக் குறிக்கிறது. அதன் எண்மதிப்பு $|d| = 2l$ ஆகும்.

காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனின் எண் மதிப்பு $P_m = 2q_m l$

இதன் SI அலகு $A m^2$. காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனின் திசை தென்முனையிலிருந்து வடமுனையை நோக்கி இருக்கும்.

காந்தப்புலம் :

ஒரு காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள பகுதி அல்லது வெளியில், அக்காந்தத்தின் தாக்கம் வேறொரு காந்தத்தை வைக்கும் போது உணரப்பட்டால், அக்காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள பகுதி அல்லது வெளிகாந்தப்புலமாகும். ஒரு புள்ளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு வலிமை கொண்ட சட்டகாந்தம் உணரும் விசையே, அப்புள்ளியில் காந்தப்புலம் B என்று வரையறை செய்யப்படுகிறது.

$$\vec{B} = \frac{1}{q_m} \vec{F}$$

இதன் அலகு $N A^{-1} m^{-1}$.

காந்தத்தின் வகைகள்:

காந்தங்கள் இயற்கை காந்தங்கள் மற்றும் பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல் போன்றவை இயற்கை காந்தங்களாகும். இவ்வகை காந்தங்கள் மிகவும் வலிமை குறைந்தவை. அதுமட்டுமில்லாமல் ஒழுங்கற்ற வடிவத்திலும் உள்ளன. நமக்குத் தேவையான வடிவம் மற்றும் வலிமையில் செயற்கை காந்தங்களை நாம் உருவாக்கலாம். செவ்வக வடிவிலோ அல்லது உருளை வடிவிலோ உருவாக்கப்பட்ட காந்தங்கள் சட்டகாந்தங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

காந்தத்தின் பண்புகள்:

சட்டகாந்தத்தின் பண்புகள் பின்வருமாறு

1. தடையின்றி தொங்கவிடப்பட்ட சட்டகாந்தம் எப்போதும் வட-தென் திசையை நோக்கியே நிற்கும்.
2. ஒரு காந்தம் மற்றொரு காந்தத்தை அல்லது காந்தப் பொருட்களை தன்னை நோக்கி ஈர்க்கும் அல்லது விலக்கும். இந்த ஈர்ப்பு அல்லது விலக்கு விசை சட்டகாந்தத்தின் முனைகளில் வலிமையாகக் காணப்படும். சட்டகாந்தம் ஒன்றிணை இரும்புத்துருவல்களில் தோய்ந்து எடுக்கும் போது, அதன் முனைகளில் இரும்புத்துருவல்கள் அதிகமாக ஒட்டிக் கொள்ளும்.

3. ஒருகாந்தம் துண்டுகளாக உடையும்போது, அதன் ஒவ்வொரு துண்டும் வடமுனைமற்றும் தென்முனைகொண்ட ஒருகாந்தம் போன்று செயல்படும்.
4. காந்தத்தின் இரண்டு முனைகளும் சமமுனைவலிமையைப் பெற்றிருக்கும்.
5. சட்டகாந்தம் ஒன்றின் மொத்தநீளம் அதன் வடிவியல் நீளம் (Geometric length) என்றும், காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள நீளம் காந்தநீளம் வடிவியல் நீளம் என்றும், காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள நீளம் காந்தநீளம் (Magnetic length) என்றும் அழைக்கப்படும். காந்தநீளம் எப்போதும் வடிவியல் நீளத்தை விடச் சற்றே குறைவாக இருக்கும். காந்தநீளத்திற்கும் வடிவியல் நீளத்திற்கும் உள்ளதகவு, $\frac{5}{6}$ ஆகும்.

$$\frac{\text{காந்த நீளம்}}{\text{வடிவியல் நீளம்}} = \frac{5}{6} = 0.833$$

காந்தப்புலக் கோடுகள்:

1. காந்தப் புலக்கோடுகள் தொடர்ச்சியான மூடப்பட்டவளைகோடுகளாகும். காந்தப்புலக்கோடுகளின் திசைகாந்தத்திற்கு வெளியே வடமுனையிலிருந்து தென்முனை நோக்கியும் காந்தத்திற்கு உள்ளே தென்முனையிலிருந்து வடமுனை நோக்கியும் இருக்கும்.
2. மூடப்பட்டவளைகோட்டின் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள காந்தப்புலத்தின் திசையை, அப்புள்ளியில் உள்ள காந்தப்புலக்கோட்டிற்கு வரையப்படும் தொடுகோட்டின் திசையிலிருந்து அறியலாம்.
3. காந்தப்புலக்கோடுகள் எப்போதும் ஒன்றை ஒன்று வெட்டாது. அவ்வாறு வெட்டிக்கொண்டால் திசைகாட்டும் கருவியில் உள்ள காந்த ஊசி ஒரே புள்ளியில் இரண்டு வெவ்வேறு திசைகளைக் காட்டும். இது நடைமுறையில் சாத்தியமற்றது.
4. காந்தப்புலத்தின் வலிமைக்குத் தக்கவாறு, காந்தப்புலக்கோடுகள் அமைந்திருக்கும். அதாவது வலிமையான காந்தப்புலத்திற்கு கோடுகள் மிக நெருக்கமாகவும், வலிமை குறைந்த காந்தப்புலத்திற்கு கோடுகள் இடைவெளிவிட்டும் காணப்படும்.

காந்தப்பாயம்:

குறிப்பிட்ட பரப்பிற்கு செங்குத்தாக செல்லும் காந்தப்புலக் கோடுகளின் எண்ணிக்கைக்கு காந்தப்பாயம் Φ_B என்று பெயர். கணிதவியலின்படி, ஒரு சீரான காந்தப்புலத்தில் A பரப்பு வழியாகச் செல்லும் காந்தப்பாயத்தை பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta = B_{\perp} A$$

இங்கு θ என்பது B மற்றும் A வெக்டர்களுக்கு இடையே உள்ள கோணமாகும்.

சிறப்புநேர்வுகள்:

1. பரப்பிற்கு செங்குத்தாக B உள்ளபோது, அதாவது $\theta = 0^\circ$ எனில் காந்தப்பாயம் $\Phi_B = BA$ (பெருமம்).
2. பரப்பிற்கு இணையாக B உள்ளபோது, அதாவது $\theta = 90^\circ$ எனில், காந்தப்பாயம் $\Phi_B = 0$ சீரற்ற காந்தப்புலம் உள்ள பரப்பிற்கு சமன்பாடு பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

(இங்கு பரப்பு முழுவதும் தொகையிடல் (Integral) செய்யப்படுகிறது)

காந்தப்பாயம் ஒரு ஸ்கேலர் அளவாகும். இதன் SI அலகுவெப்பம் (Weber). இதனை Wb என குறிப்பிடவேண்டும். காந்தப்பாயத்தின் பரிமாணவாய்ப்பாடு $ML^2T^{-2}A^{-1}$. இதன் CGS அலகுகேம்ஸ்வெல் ஆகும்.

சீரானமற்றும் சீரற்றகாந்தப்புலம் சீரானகாந்தப்புலம்:

கொடுக்கப்பட்டபகுதியில் உள்ள அனைத்து புள்ளிகளிலும் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்புமற்றும் திசை ஆகியவை மாறாமல் இருந்தால், அதனை சீரானகாந்தப்புலம் என்று அழைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, குறிப்பிட்ட சிறிய பகுதியில் புவியின் காந்தப்புலம் சீரானகாந்தப்புலமாகும்.

உதாரணத்திற்கு நிலப்பரப்பு முழுவதும் புவிகாந்தப்புலம் ஒரு மாறாத மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும்.

சீரற்றகாந்தப்புலம்:

கொடுக்கப்பட்டபகுதியில் உள்ள அனைத்து புள்ளிகளிலும் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்பு அல்லது திசை அல்லது இரண்டுமே மாற்றமடைந்தால், அக்காலந்தப்புலத்தை சீரற்றகாந்தப்புலம் என்று அழைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு : சட்டகாந்தம் ஒன்றின் காந்தப்புலம்.

காந்தவியலின் கூலும் எதிர்த்தகவு இருமடிவிதி:

A மற்றும் B என்ற இரண்டு சட்டகாந்தங்களைக் கருதுக.

காந்தம் A மற்றும் B இவற்றின் வடமுனைகளை அல்லது தென்முனைகளை அருகருகே கொண்டுவரும்போது அவை ஒன்றை ஒன்று விலக்கும். மாறாக காந்தம் A யின் வடமுனையை B யின் தென்முனைக்கு அருகே அல்லது B யின் வடமுனையை A யின் தென்முனைக்கு அருகே கொண்ட செல்லும்போது அவை ஒன்றை ஒன்று ஈர்க்கும்.

இதுநாம் கற்றநிலையான மின்துகள்களின் (Static charges) கூலும் எதிர்த்தகவு இருமடிவிதியினை ஒத்துள்ளதை அறியலாம். (எதிரெதிர் மின்துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று ஈர்க்கும் மற்றும் ஒத்த மின்துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று விலக்கும்) அறியலாம். (எதிரெதிர் மின்துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று ஈர்க்கும் மற்றும் ஒத்த மின்துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று விலக்கும்) எனவே நிலை மின்னியலில் கற்ற கூலும் விதியினைப் போன்றே காந்தவியலில் கூலும் விதியினை பின்வருமாறு விரையறை செய்யலாம் இரண்டு காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை அல்லது விலக்கு விசை அவற்றின் முனைவலிமைகளின் பெருக்கல் பலனுக்கு நேர்த்தகவிலும் அவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவிலும் இருக்கும்.

கணிதவியல் முறையில் பின்வருமாறு நாம் எழுதலாம்

$$F \propto \frac{q_{m_A} q_{m_B}}{r^2}$$

இங்கு q_{m_A} மற்றும் q_{m_B} என்பவை இரண்டு காந்தமுனைகளின் முனை வலிமைகளைக் குறிக்கும். r என்பது இரண்டு காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவைக் குறிக்கும்.

$$F = k \frac{q_{m_A} q_{m_B}}{r^2}$$

$$\text{எண் மதிப்பில், } F = k \frac{q_{m_A} q_{m_B}}{r^2}$$

இங்கு k என்பது விகிதமாறிலியாகும். இதன் மதிப்பு காந்தமுனைகளை சூழ்ந்துள்ள ஊடகத்தினைப் பொறுத்ததாகும். SI அலகின் அடிப்படையில் வெற்றிடத்தில் k இன் மதிப்பு $k = -\frac{\mu_0}{4\pi} \approx 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$

இங்கு μ என்பது வெற்றிடத்தின் அல்லது காற்றின் உட்பகுதி மற்றும் H என்பது henry அலகு ஆகும்.

காந்த இருமுனையின் (சட்டகாந்தம்) அச்சக் கோட்டில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலம் N என்ற சட்டகாந்தம் ஒன்றைக் கருதுக. இங்கு N மற்றும் S என்பவை சட்டகாந்தத்தின் வடமற்றும் தென் முனைகளைக் குறிக்கின்றன. அவற்றின் முனைவலிமை q_m எனவும் அவற்றிற்கு

இடையே உள்ள தொலைவு $2l$ எனவும் கொள்க. சட்டகாந்தத்தின் வடிவியல் மையம் O விலிருந்து r தொலைவில் அதன் அச்சக்கோட்டில் அமைந்த C என்ற புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் காண்பதற்கு, அப்புள்ளியில் ஓரலகுவடமுனையை ($q_{mc} = 1 \text{ Am}$) வைக்கவேண்டும்.

வடமுனையினால் புள்ளி C ல் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

$$\dot{B}_N = -\frac{\mu_o}{4\pi} \frac{q_m}{(r-l)^2} \dot{i}$$

இங்கு $(r - l)$ என்பது சட்டகாந்தத்தின் வடமுனைமற்றும் புள்ளியில் உள்ள ஓரலகுவடமுனைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவாகும்.

தென் முனையினால் புள்ளி C ல் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

$$\dot{B}_s = -\frac{\mu_o}{4\pi} \frac{q_m}{(r+l)^2} \dot{i}$$

இங்கு $(r + l)$ என்பது சட்டகாந்தத்தின் தென்முனைமற்றும் புள்ளியில் உள்ள ஓரலகுவடமுனைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவாகும்.

புள்ளி C ல் உருவாகும் நிகரகாந்தப்புலம்

$$\dot{B} = \dot{B}_N + \dot{B}_s$$

$$\dot{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{q_m}{(r-l)^2} + \left(-\frac{\mu_o}{4\pi} \frac{q_m}{(r+l)^2} \right) \dot{i}$$

$$\dot{B} = \frac{\mu_o q_m}{4\pi} \left(-\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2} \right) \dot{i}$$

$$\dot{B} = \frac{\mu_o 2r}{4\pi} \left(-\frac{q_m \cdot (2l)}{(r^2 - l^2)^2} \right) \dot{i}$$

காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனின் உள்ளகாந்தப்புலத்தை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

எண்மதிப்பு $|\dot{P}_m| = p_m = q_m \cdot 2l$ எனவே C புள்ளியில்

காந்தப்புலத்தை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\dot{B}_{\text{அச்ச}} = \frac{\mu_o}{4\pi} \left(\frac{2r P_m}{(r^2 - l^2)^2} \right) \dot{i}$$

சட்டகாந்தத்தின் வடிவ மையம் O மற்றும் C புள்ளிக்கு இடையே உள்ள தொலைவுடன் ஒப்பிடும்போது, காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு சிறியது எனில் (சிறியகாந்தங்களுக்கு) அதாவது $r \gg l$ எனில்,

$$(r^2 - l^2)^2 \approx r^4$$

எனவே பயன்படுத்தும்போது

$$\dot{B}_{\text{அச்ச}} = \frac{\mu_o}{4\pi} \left(\frac{2P_m}{r^3} \right) \dot{i} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{2}{r^3} \dot{P}_m$$

$$\text{இங்கு } \dot{P}_m = P_m \dot{i}$$

காந்த இருமுனையின் (சட்டகாந்தம்) நடுவரைக் கோட்டில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலம்

NS என்ற சட்டகாந்தம் ஒன்றை கருதுக. N மற்றும் S என்பவை முறையே சட்டகாந்தத்தின் வடமற்றும் தென் முனைகளைக் குறிக்கின்றன. q_m முனைவலிமை கொண்ட இவ்விரண்டுகாந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு $2l$ என்க. சட்டகாந்தத்தின் வடிவ மையம் O விலிருந்து r தொலைவில் அதன்

நடுவரைக்கோட்டில் அமைந்த C என்புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் காண்பதற்கு, அப்புள்ளியில் ஓரலகுவடமுனையை ($q_{m_c} = 1 \text{ A m}$) வைக்கவேண்டும்.

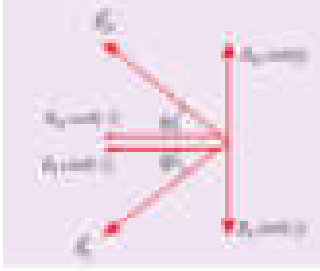
வடமுனையால் புள்ளி ஊல் உருவாகும் காந்தப்புலம்

$$\vec{B}_N = -B_N \cos \theta \vec{i} + B_N \sin \theta \vec{j}$$

இங்கு $B_N = \frac{\mu_o q_m}{4\pi r'^2}$

Here $r' = (r^2 + l^2)^{\frac{1}{2}}$

தென்முனையால் புள்ளி C ல் உருவாகும் காந்தப்புலம்



$$\vec{B}_S = -B_S \cos \theta \vec{i} - B_S \sin \theta \vec{j}$$

இங்கு, $B_S = \frac{\mu_o q_m}{4\pi r'^2}$

இவற்றிலிருந்து C புள்ளியில் ஏற்படும் நிகரகாந்தப்புலம் $\vec{B} = \vec{B}_N + \vec{B}_S$ ஆகும். இத்தொகுபயன் விசை C புள்ளியில் உள்ள காந்தப்புலத்திற்குச் சமமாகும்.

$$B = -(B_N + B_S) \cos \theta \vec{i} \text{ மேலும் } B_N = B_S \text{ எனவே,}$$

$$\vec{B} = -\frac{2\mu_o q_m}{4\pi r'^2} \cos \theta \vec{i} = -\frac{2\mu_o q_m}{4\pi (r^2 + l^2)} \cos \theta \vec{i}$$

காட்டப்பட்டுள்ள செங்கோண முக்கோணம் NOC இல்

$$\cos \theta = \frac{\text{அடுத்துள்ள பக்கம்}}{\text{கர்ணம்}} = \frac{l}{r'} = \frac{l}{(r^2 + l^2)^{\frac{1}{2}}}$$

சமன்பாடு பிரதியிடும் போது, நமக்குக் கிடைப்பது

$$\vec{B} = -\frac{\mu_o q_m \times (2l)}{4\pi (r^2 + l^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$

இங்குகாந்த

இருமுனைத்திருப்புத்திறனின்

$$\text{எண்மதிப்பு } |p_m| = p_m = q_m \cdot 2l$$

இதனை சமன்பாடு பிரதியிடும் போது C புள்ளியில் ஏற்படும் காந்தப்புலம் நமக்குக் கிடைக்கும்.

$$\vec{B}_{\text{நடுவரை}} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{p_m}{(r^2 + l^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$

சட்டகாந்தத்தின் வடிவ மையம் O மற்றும் நாம் கருதும் புள்ளி C இவற்றுக்கு இடையே உள்ள தொலைவுடன் ஒப்பிடும் போது, காந்த முனைகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு சிறியது எனில், (சிறிய காந்தங்களுக்கு) அதாவது $r \gg l$, எனில்

காந்தங்களுக்கு அதாவது $r \gg l$, எனில்

$$(r^2 + l^2)^{\frac{3}{2}} \approx r^3$$

பிரதியிடும் போது

$$\vec{B}_{\text{நடுவரை}} = \frac{\mu_0 \vec{p}_m \dot{i}}{4\pi r^3}$$

இங்கு $p_m \dot{i} = p_m$ எனவே நடுவரைக் கோட்டில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் உள்ள காந்தப்புலத்தைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\vec{B}_{\text{நடுவரை}} = \frac{\mu_0 \vec{p}_m}{4\pi r^3}$$

அச்சுக்கோட்டில் உள்ள காந்தப்புலம் ($B_{\text{அச்சு}}$) நடுவரைக்கோட்டில் உள்ள காந்தப்புலத்தைப் போன்று ($B_{\text{நடுவரை}}$) இருமடங்காக இருப்பதைக் கவனி. மேலும் இவ்விரண்டின் திசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிரானது என்பதையும் நினைவில் கொள்ளவேண்டும்.

சீரான காந்தப்புலத்தில் உள்ள சட்டகாந்தத்தின் மீது செயல்படும் திருப்புவிசை:

2L நீளமும் q_m முனைவலமையும் கொண்ட காந்தமொன்று B என்ற சீரான காந்தப்புலத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு காந்தமுனையும் எதிரெதிர் திசையில் செயல்படும் $q_m B$ என்ற விசையை உணர்கின்றன. எனவே காந்தத்தின் மீது செயல்படும் தொகுபயன் விசை சுழியாகும். எவ்விதமான இடப்பெயர்ச்சி இயக்கமும் இங்கு ஏற்படாது. இவ்விரண்டு விசைகளும் காந்தத்தின் மையத்தைப் பொறுத்து ஒரு இரட்டையை உருவாக்கும். இவ்விரட்டை காந்தத்தைச் சுழற்றி, காந்தப்புலம் B இன் திசையிலேயே அதனை ஒருங்கமைக்க முயற்சிக்கும்.

$$\text{வடமுனை உணரும் விசை, } \vec{F}_N = q_m \vec{B}$$

$$\text{தென்முனை உணரும் விசை, } \vec{F}_S = -q_m \vec{B}$$

புள்ளி O வைப் பொறுத்து வடமற்றும் தென்முனை உணரும் திருப்புவிசை

$$\vec{F} = \vec{F}_N + \vec{F}_S = \vec{0}$$

$$\dot{\vec{\tau}} = \vec{ON} \times \vec{F}_N + \vec{OS} \times \vec{F}_S$$

$$\vec{\tau} = \vec{ON} \times q_m \vec{B} + \vec{OS} \times (-q_m \vec{B})$$

மொத்தத் திருப்புவிசை, தாளினைநோக்கி செயல்படுவதை வலதுகை திருவிதியினைப் பயன்படுத்தி அறியலாம்.

இங்கு எண்மதிப்புகள் $|\vec{ON}| = |\vec{OS}| = l$ மற்றும் $|q_m \vec{B}| = |-q_m \vec{B}|$ எனவே, புள்ளி O வைப் பொருத்து மொத்தத் திருப்புவிசையின் எண்மதிப்பு

$$\tau = l \times q_m B \sin \theta + l \times q_m B \sin \theta$$

$$= 2l \times q_m B \sin \theta$$

$$\tau = p_m B \sin \theta \quad (\because q_m \times 2l = p_m)$$

வெக்டர் வடிவில், $\vec{\tau} = \vec{p}_m \times \vec{B}$

புவி ஒரு சீரற்ற காந்தப்புலத்தைப் பெற்றிருந்தாலும், உங்கள் ஆய்வுக்கூடத்தில் தடையின்றி தொங்கவிடப்பட்டுள்ள சட்டகாந்தம் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கத்தை மேற்கொள்ளாமல், சுழற்சி இயக்கத்தை மட்டுமே (திருப்புவிசை) மேற்கொள்கிறது ஏன்? ஏனெனில், ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்குள் (உங்கள் ஆய்வுக் கூடத்திற்குள்) புவியின் காந்தப்புலம் சீரானது.

(ஆ) ஒரு சீரற்ற காந்தப்புலத்தில், சட்டகாந்தமொன்று தடையின்றி தொங்க விடப்பட்டுள்ளபோது என்ன நிகழும்?

அச்சட்டகாந்தம், இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம் (தொகுபயன் விசை மூலமாக) மற்றும் சுழற்சி இயக்கம் (திருப்புவிசை மூலமாக) இவ்விரண்டையும் உணரும்.

சீரான காந்தப்புலத்தில் உள்ள சட்டகாந்தமொன்றின் நிலையாற்றல் (Potential energy):

இருமுனை திருப்புத்திறன் \vec{p}_m கொண்ட சட்டகாந்தமொன்று (காந்த இருமுனை), சீரான காந்தப்புலம் B உடன் θ கோணத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இருமுனையின் மீது செயல்படும் திருப்புவிசையின் எண்மதிப்பு

$$|\vec{\tau}_B| = |\dot{\vec{p}}_m| |B| \sin \theta$$

τ_B க்கு எதிராக மாறாத கோண திசைவேகத்தில் $d\theta$ என்ற சிறிய கோண இடப்பெயர்ச்சிக்கு காந்த

இருமுனை (சட்டகாந்தம்) சுழற்றப்படுகிறதுஎன்க. இந்தசிறியகோண இடப்பெயர்ச்சிக்கு,புறத்திருப்புவிசையால் ($\dot{\tau}_{\text{புற}}$) செய்யப்படவேலை

$$dW = |\dot{\tau}_{\text{புற}}| d\theta$$

இங்குசட்டகாந்தம் மாறாதகோணத் திசைவேகத்தில் சுழலுகிறது.

இதிலிருந்து, $|\dot{\tau}_B| = |\dot{\tau}_{\text{புற}}|$

$$dW = p_m B \sin \theta d\theta$$

காந்த இருமுனையை θ' லிருந்து θ வரை சுழற்றுவதற்கு செய்யப்பட்ட மொத்தவேலை

$$W = \int_{\theta'}^{\theta} \tau d\theta = \int_{\theta'}^{\theta} p_m B \sin \theta d\theta = p_m B [-\cos \theta]_{\theta'}^{\theta}$$

$$W = -p_m B (\cos \theta - \cos \theta')$$

θ' லிருந்து θ வரை சுழற்றுவதற்கு செய்யப்பட்ட இந்தவேலை, θ கோணத்தில் உள்ள சட்டகாந்தத்தில் நிலைஆற்றலாக சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. மேலும் இதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$U = -p_m B (\cos \theta - \cos \theta')$$

உண்மையில் θ' மற்றும் θ என்ற இருவேறு கோணநிலைகளுக்கு இடையே உள்ள நிலையாற்றல் வேறுபாட்டைத்தான் சமன்பாடு கொடுக்கிறது. $\theta' = 90^\circ$ என்ற குறிப்புப்புள்ளியை நாம் கருதும்போது மேலே உள்ள சமன்பாட்டின் இரண்டாம் பகுதி சுழியாகும். எனவே சமன்பாடு பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$U = -p_m B (\cos \theta)$$

சீரான காந்தப்புலத்தில் உள்ள சட்டகாந்தமொன்றில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல்

$$U = -\vec{p}_m \cdot \vec{B}$$

நேர்வு 1

1. $\theta = 0^\circ$ எனில்

$$U = p_m B (\cos 0^\circ) = -p_m B$$

2. $\theta = 180^\circ$ எனில்

$$U = p_m B (\cos 180^\circ) = p_m B$$

மேற்கண்ட இரண்டு முடிவுகளிலிருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால், சட்டகாந்தம் புறகாந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமையும் போது அதன் நிலையாற்றல் சிறுமமாகவும், புறகாந்தப்புலத்தின் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் ஒருங்கமையும் போது அதன் நிலையாற்றல் பெருமமாகவும் இருக்கும்.

காந்தப் பண்புகள்:

நாம் அறிந்துள்ள, நடைமுறையில் நாம் பயன்படுத்தும் அனைத்துப் பொருட்களும் காந்தப்பொருட்கள் அல்ல. மேலும், காந்தப்பொருட்கள் அனைத்தும் ஒரே தன்மையைப் பெற்றிருக்கவில்லை. எனவே, ஒரு காந்தப்பொருளிலிருந்து மற்றொரு காந்தப்பொருளைப் பிரித்தறிய சில அடிப்படைச் செய்திகளை நாம் அறிவது அவசியமாகும்

அவை:

காந்தமாக்குப் புலம் (Magnetising field):

பொருள் ஒன்றினைகாந்தமாக்குவதற்குப் பயன்படும் காந்தப்புலமே,காந்தமாக்குப்புலம் எனப்படும். இதுஒருவெக்டர் அளவாகும். இதனை H எனக் குறிப்பிடுவார்கள் இதன் அலகு $A\ m^{-1}$.

காந்த உட்புகுதிறன்:

காந்தப்புலக்கோடுகளை தன் வழியே பாய அனுமதிக்கும் பொருளின் திறமை அல்லது காந்தமாக்கப்படுவதை ஏற்றுக்கொள்ளும் பொருளின் திறன் அல்லது பொருள் தன்வழியே காந்தப்புலத்தை உட்புக அனுமதிக்கும் அளவு காந்த உட்புகுதிறன் ஆகும்.

வெற்றிடத்தில்,உட்புகுதிறன் (அல்லதுதனிஉட்புகுதிறன்) μ_0 எனவும்,எந்தஒருஊடகத்திலும் உட்புகுதிறன் μ எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஊடகத்தில் உட்புகுதிறனுக்கும்,வெற்றிடத்தில் உட்புகுதிறனுக்கும் உள்ளதகவேஒப்புமைஉட்புகுதிறன் μ_r ஆகும்.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

ஒப்புமைஉட்புகுதிறன் பரிமாணமற்றஓர் எண்ணாகும். இதற்குஅலகு இல்லை. வெற்றிடம் அல்லதுகாற்றில் ஒப்புமைஉட்புகுதிறனின் மதிப்புஒன்றுஆகும். அதாவது $\mu_r = 1$

காந்தமாகும் செறிவு :

வரம்புக்குட்பட்டஅளவுடையஎந்தஒருபருப்பொருளும் மிகஅதிகஎண்ணிக்கையில் அணுக்களைப் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொருஅணுவிலும் சுற்றுப்பாதை இயக்கத்திலுள்ளஎலக்ட்ரான்கள் காணப்படும். எலக்ட்ரான்களின் இந்தசுற்றுப்பாதை இயக்கத்தினால் அவைகாந்தத்திருப்புத்திறனைப் பெற்றிருக்கும். இதுஒருவெக்டர் அளவாகும். பொதுவாக இந்தகாந்தத் திருப்புத்திறன்கள் ஒழுங்கற்றமுறையில் எல்லாதிசைகளிலும் அமைகின்றன. எனவே,ஓரலகுபருமனுடையபருப்பொருளின் தொகுபயன் காந்தத்திருப்புத்திறன் சுழியாகும்.

இத்தகையபொருட்களைபுறகாந்தப்புலம் ஒன்றினுள் வைக்கும்போதுஅணு இருமுனைகள் உருவாகி,பகுதியாகவோ அல்லதுமுழுவதுமாகவோபுறகாந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமையமுயற்சிக்கின்றன. ஓரலகுபருமனுக்கானபொருளின் இந்ததொகுபயன் காந்தத்திருப்புத்திறனேகாந்தமாகும் செறிவுஅல்லதுகாந்தமாகும் வெக்டர் அல்லதுகாந்தமாகுதல் எனப்படும். இதுஒருவெக்டர் அளவாகும். கணிதவியலின் படி,

$$\overline{M} = \frac{\text{காந்தத் திருப்புத்திறன்}}{\text{பருமன்}} = \frac{\overline{p}_m}{V}$$

காந்தமாகும் செறிவின் SIஅலகுஆம்பியர் மீட்டர் ஆகும். குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A , நீளம் $2l$ மற்றும் முனைவலிமை q_m கொண்ட சட்டகாந்தத்தின் காந்தத்திருப்புத்திறன் $\overline{p}_m = q_m 2l$ ஆகும். மேலும்

அந்தசட்டகாந்தத்தின் பருமன் $V = A|2l| = 2l A$ எனில்,சட்டகாந்தத்தின் காந்தமாகும் செறிவு

$$\overline{M} = \frac{\text{காந்தத் திருப்புத்திறன்}}{\text{பருமன்}} = \frac{q_m 2l}{2l A}$$

எண்ணளவில் பின்வருமாறுஎழுதலாம்.

$$|\overline{M}| = M = \frac{q_m \times 2l}{2l \times A} \Rightarrow M = \frac{q_m}{A}$$

சட்டகாந்தத்தின் காந்தமாகும். செறிவினை,ஓரலகுபரப்பிற்கான (முகப்பரப்பிற்கான) முனைவலிமைஎன்றும் வரையறைசெய்யலாம் என்பதைமேற்கண்டசமன்பாட்டிலிருந்துஅறியலாம்.

காந்தத்தூண்டல் அல்லதுமொத்தகாந்தப்புலம்:

தேனிரும்புத்துண்டுபோன்றபொருட்களைசீரானகாந்தமாக்குப் புலத்தில் H வைக்கும்போது,அப்பொருள் காந்தமாகமாறும். அதாவதுஅப்பொருள் காந்தத்தன்மையைப் பெறுகின்றது. பொருளின் காந்தத்தூண்டல் அல்லதுமொத்தகாந்தப்புலம் B என்பது,காந்தமாக்குப் புலத்தினால் வெற்றிடத்தில்

உருவாக்கப்பட்ட காந்தப்புலத்திற்கும் B_o , காந்தமாக்கும் புலத்தினால் பொருளில் தூண்டப்பட்ட காந்தப்புலத்திற்கும் B_m உள்ள கூடுதலாகும்.

$$\vec{B} = \vec{B}_o + \vec{B}_m = \mu_o \vec{H} + \mu_o \vec{M}$$

$$\Rightarrow \vec{B} = \vec{B}_o + B_m = \mu_o (\vec{H} + \vec{M})$$

காந்தஏற்புத்திறன்:

பொருளொன்றை, காந்தமாக்கும் புலத்தில் (\vec{H}) வைக்கும்போது, அப்பொருள் வெளியிலிருந்து அளிக்கப்படும் புறகாந்தப்புலத்தினால் எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது என்பதைப் பற்றிய புரிதலை காந்தஏற்புத்திறன் அளிக்கிறது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் எவ்வளவு எளிதாகமற்றும் எவ்வளவு வலிமையாக பொருள் காந்தத்தன்மையை எற்றுக்கொள்கிறது என்பதை அளவிடுவது காந்தஏற்புத்திறனாகும். காந்தமாக்குப் புலத்தினால் பொருளில் தூண்டப்பட்ட காந்தமாகும் செறிவிற்கும் (M), பொருளுக்கு அளிக்கப்பட்ட காந்தமாக்குப்புலத்திற்கும் (H) உள்ள விகிதமே காந்தஏற்புத்திறனாகும்.

$$\chi_m = \frac{M}{H}$$

இது ஒரு பரிமாணமற்ற அளவாகும். திசை ஒருமைப்பண்புடைய சில பொருட்களின் காந்தஏற்புத்திறன் மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

திசை ஒருமைப்பண்புடைய சில பொருட்களின் காந்தஏற்புத்திறன்:

பொருள்	காந்தஏற்புத்திறன் (χ_m)
அலுமினியம்	2.3×10^{-5}
தாமிரம்	-0.98×10^{-5}
வைரம்	-2.2×10^{-5}
தங்கம்	-3.6×10^{-5}
பாதரசம்	-3.2×10^{-5}
வெள்ளி	-2.6×10^{-5}
டைட்டேனியம்	7.06×10^{-5}
டைட்டேனியம்	6.8×10^{-5}
கார்பன் டை ஆக்ஸைடு (வளிமண்டல அழுத்தத்தில்)	-2.3×10^{-9}
ஆக்ஸிஜன் (வளிமண்டல அழுத்தத்தில்)	2090×10^{-9}

காந்தப் பொருட்களின் வகைப்பாடு:

காந்தமாக்கும் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருட்களின் செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் அவை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவைகள் முறையே டயா, பாராமற்றும், ஃபெரோகாந்தப் பொருட்களாகும். இவற்றைப் பற்றி இப்பகுதியில் அறியலாம்.

டயாகாந்தப் பொருட்கள் (Diamagnetic materials)

அணுக்கருவைச் சுற்றியுள்ள எலக்ட்ரான்களின் சுற்றுப்பாதை இயக்கம், சுற்றுப்பாதையின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும். எனவே, ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு சுற்றுப்பாதை காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனைப் (Finite orbital magnetic dipole moment) பெற்றுள்ளது. ஆனால் சுற்றுப்பாதை தளங்கள் தற்போக்காக ஒழுங்கற்ற முறையில் எல்லா திசைகளிலும் அமைந்துள்ளதால், காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன்களின் வெக்டர் கூடுதல் சுழியாகும். எனவே எந்த ஒரு அணுவும் தொகுப்பின் காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனைப் பெற்றிருக்காது.

புறகாந்தப்புலத்தில் இவற்றைவைக்கும்போது, சிலஎலக்ட்ரான்களின் வேகம் அதிகரிக்கும். சிலஎலக்ட்ரான்களின் வேகம் குறையும். லென்ஸ் விதியின் அடிப்படையில் இருமுனைதிருப்புத்திறன்கள் எதிர் - இணையாக உள்ளஎலக்ட்ரான்களின் வேகம் அதிகரிக்கும். இதன் காரணமாகபுறகாந்தப்புலத்தின் திசைக்குஎதிராகஒரு தூண்டப்பட்டகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன் உருவாகிறது. புறகாந்தப்புலம் நீக்கப்பட்டஉடன் இந்த தூண்டப்பட்டகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன் உடனடியாகமறைகிறது.

சீரற்றகாந்தப்புலத்தில் டயாகாந்தப் பொருளொன்றைவைக்கும்போது, தூண்டப்பட்டகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனுக்கும் காந்தப்புலத்திற்கும் இடையேஓர் இடைவினைநடைபெறும் விசைஉருவாகிறது. இந்தவிசையாகாந்தப் பொருளைபுறகாந்தப்புலத்தின் வலிமைமிக்கபகுதியிலிருந்து, வலிமைகுறைந்தபகுதிக்குநகர்த்தமுயற்சிக்கிறது. புறகாந்தப்புலத்தினால் டயாகாந்தப்பொருள் விலக்கப்படுபதை இது காட்டுகிறது.

இச்செயலுக்குடயாகாந்தச்செயல் (Diamagnetic action) என்றுபெயர். மேலும் இத்தகையப் பொருட்களுக்குடயாகாந்தப் பொருட்கள் (Diamagnetic materials) என்றுபெயர். எடுத்துக்காட்டுகள்: பிஸ்மத், தாமிரம் மற்றும் தண்ணீர் மேலும் சிலபொருட்கள்.

டயாகாந்தப்பொருட்களின் பண்புகள்:

1. இவைஎதிர்க்குறிகாந்தஏற்புத்திறனைப் பெற்றுள்ளன.
2. இவற்றின் ஒப்புமைகாந்தஉட்புகுத்திறன் ஒன்றைவிடசற்றேக் குறைவாகும்.
3. புறகாந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போது, காந்தப்புலக் கோடுகள் டயாகாந்தப் பொருளினால் காந்தப்புலக் கோடுகள் டயாகாந்தப்பொருளினால் விலக்கித் தள்ளப்படுகின்றன.
4. காந்தஏற்புத்திறன் கிட்டத்தட்டவெப்பநிலையைச் சார்ந்ததல்ல.

பாராகாந்தப் பொருட்கள் (Paramagnetic materials)

சிலகாந்தப் பொருட்களில் அதன் ஒவ்வொருஅணுவும் அல்லது மூலக்கூறும் நிகரகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன்களைப் பெற்றுள்ளன. இதற்குக் காரணம் அணுவிலுள்ளஎலக்ட்ரான்களின் சுற்றுப்பாதைமற்றும் தற்குழற்சிகாந்த இருமுனை

காந்தமதிப்பு இரயில் வண்டி:

காந்தமதிப்பு இரயில் வண்டியை, மேக்லீவ் (Maglev) இரயில் வண்டிஎன்றும் அழைக்கலாம். மின்காந்தங்களைப் பயன்படுத்திஅவற்றின் ஓடுபாதையிலிருந்துசிலசென்டிமீட்டர் உயரத்திற்கு இவற்றைமிதக்கச் செய்கின்றனர். மேக்லீவ் இரயில் வண்டிகளுக்குசுக்கரங்கள் தேவையில்லைமேலும் இவை மிகஉயர்ந்தவேகத்தில் செல்கின்றன. இவற்றின் அடிப்படைஇயந்திரநுட்பம் இரு ஜோடிகாந்தங்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு ஜோடிகாந்தம் விலக்குவிசையைப் பயன்படுத்தி இரயில் வண்டியைஅதன் ஓடுபாதையிலிருந்துசிலசென்டிமீட்டர் உயரத்திற்குகாற்றில் மிதக்கவைக்கிறது. மற்றொரு ஜோடிகாந்தம் மிதக்கும் இந்த இரயில் வண்டியைமிகஉயர்ந்தவேகத்தில் முன்னோக்கிச் செலுத்துகின்றன. மரபாகநாம் பயன்படுத்தும் இரயில் வண்டியுடன் மேக்லீவ் இரயில் வண்டியைஒப்பிடும்போது இது ஓசையற்றது. அதிர்வற்றதுமற்றும் சுற்றுச்சூழலுக்குஎவ்விததீங்கும் விளைவிக்காததாகும். வருங்காலதொழில் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்திமேக்லீவ் இரயில் வண்டிகள் தற்போதுள்ளவேகத்தைவிடமிகஅதிகவேகத்தில் இயங்கும் வல்லமையைப் பெற்றுள்ளன.

திருப்புத்திறன்களின் வெக்டர் கூடுதலாகும். இந்தகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன்கள் (Spin magnetic dipole moment) தற்போக்காகஒழுங்கற்றமுறையில் எல்லாதிசைகளில் உள்ளதால் பொருளின் நிகரகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனின் மதிப்புசுழியாகும்.

புறகாந்தப்புலத்தில் இவற்றைவைக்கும்போது, அணு இருமுனைமீதுசெயல்படும் திருப்புவிசைஅவற்றைபுறகாந்தப்புலத்தின் திசையிலேயேஒருங்கமைக்கமுயலும். இதன் பயனாகஒருதொகுபயன் காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன் புறகாந்தப்புலத்தின் திசையிலேயே தூண்டப்படும். புறகாந்தப்புலம் உள்ளவரை இந்த தூண்டப்பட்ட இருமுனைதிருப்புத்திறன் நீடிக்கும்.

இவற்றைசீரற்றகாந்தப் புலத்தில் வைக்கும் போது, பாராகாந்தப்பொருட்கள் புலத்தின் வலிமைகுறைந்தபகுதியிலிருந்துவலிமைமிக்கபகுதிக்குநகரமுயற்சிக்கும். புறகாந்தப்புலம் செலுத்தப்படும் திசையில் வலிமைகுறைந்தகாந்தப்பண்பைக் காட்டும் பொருட்களுக்குபாராகாந்தப் பொருட்கள்

என்றுபெயர். எடுத்துக்காட்டுகள்: அலுமினியம்,பிளாட்டினம் குரோமியம் மற்றும் ஆக்சிஜன் மேலும் சிலபொருட்கள்.

பாராகாந்தப்பொருட்களின் பண்புகள்:

1. இவைகுறைந்தநேர்க்குறிகாந்தஏற்புத்திறன் கொண்டவை.
2. இவற்றின் ஒப்புமைகாந்தஉட்புகுதிறன் ஒன்றைவிட அதிகம்.
3. புறகாந்தப் புலத்தில் வைக்கும்போதுகாந்தப்புலக் கோடுகள் பாராகாந்தப்பொருளுக்கள்ளேசுருக்கப்படுகின்றன.
4. காந்தஏற்புத்திறன் வெப்பநிலைக்குஎதிர்த்தகவாகும்.

கியூரிவிதி(Curie's law):

வெப்பநிலைஅதிகரிக்கும் போது,வெப்பஅதிர்வின் காரணமாககாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன்களின் ஒருங்கமைவு(Alignment)சிதைந்துவிடுகின்றது. எனவேவெப்பநிலைஅதிகரிப்பால் காந்தஏற்புத்திறன் குறைகிறது. பெரும்பாலானநிகழ்வுகளில் பொருளின் காந்தஏற்புத்திறன்

$$\chi_m \propto \frac{1}{T} \text{ அல்லது } \chi_m = \frac{C}{T}$$

இத்தொடர்புக்குகியூரியின் விதிஎன்றுபெயர். இங்கு Cஎன்றுகியூரிமாறிலிமற்றும் Tஎன்பதுகெல்வின் வெப்பநிலையாகும். காந்தஏற்புத்திறனுக்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ளதொடர்பினைகாட்டுகிறது. இதுஒருசெவ்வகஅதிபரவளையம் என்பதை இங்குகவனிக்கவேண்டும்.

∴பெர்ரோகாந்தப் பொருட்கள் (Ferromagnetic materials) :

பாராகாந்தப்பொருளைப் போன்றே, ∴பெர்ரோகாந்தப்பொருளிலுள்ள ஒருஅணுஅல்லது மூலக்கூறு நிகரகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனைப் பெற்றுள்ளது. ∴பெர்ரோகாந்தப் பொருட்கள் ∴பெர்ரோகாந்தப்பெருங்கூறுகள் (domains) எனப்படும். சிறியபகுதிகளைப் பெற்றுள்ளது. ஒவ்வொருபெருங்கூறின் உள்ளேஉள்ளகாந்தத்திருப்புத்திறன்களும் தானாகவேஒருகுறிப்பிட்டதிசையில் ஒருங்கமைந்துள்ளன. அணுக்களுக்கிடையேயான இடைத்தொலைவைப் பொறுத்துஎலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சியால் ஏற்படும் வலிமையான இடைவினையினால் இந்தஒருங்கமைவுஏற்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொருபெருங்கூறும் ஒருகுறிப்பிட்டதிசையில் காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளன. இருந்தபோதிலும் ஒவ்வொருபெருங்கூறின் காந்தமாக்கத்திசையும் ஒன்றிலிருந்துமற்றொன்றுவேறுபட்டுதற்போக்காகஅமைந்துள்ளன. எனவேபொருளின் நிகரகாந்தமாக்கல் சுழியாகும்.

புறகாந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போதுபின்வரும் இரண்டுநிகழ்வுகள் ஏற்படுகின்றன.

1. புறகாந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாககாந்தத்திருப்புத்திறன்களைப் பெற்றுள்ளபெருங்கூறுகள் அளவில் பெரிதாகும்.
2. புறகாந்தப்புலத்திற்கு இணையாக இல்லாதமற்றபெருங்கூறுகள் சுழன்றுபுறகாந்தப்புலத்தில் திசையில் ஒருங்கமைகின்றன.

இவ்விரண்டுநிகழ்வுகளின் விளைவாகபுறகாந்தப்புலத்தின் திசையிலேயேபொருளில் ஒருவலிமையானநிகரகாந்தமாக்கல் ஏற்படுகிறது. இதுகாட்டப்பட்டுள்ளது.

சீரற்றகாந்தப்புலத்தில் ∴பெர்ரோகாந்தப்பொருளைவைக்கும்போது,காந்தப்புலத்தின் வலிமைகுறைந்தபகுதியிலிருந்து,வலிமைமிக்கப்பகுதிக்குநகரமுயற்சிக்கும்,புறகாந்தப்புலம் செலுத்தப்படும் திசையில் வலிமையாககாந்தப்பண்பைக் காட்டும் இப்பொருட்களுக்கு ∴பெர்ரோகாந்தப்பொருட்கள் என்றுபெயர். எடுத்துக்காட்டுகள்: இரும்பு,நிக்கல் மற்றும் கோபால்ட்.

நம் வாழ்க்கையின் பல்வேறுஅம்சங்களில் ஆர்வமுட்டும் வகையில் காந்தவியல் பங்காற்றுகிறது. தொல்லியல் சார் இடமானகீழடியிலும் அதன் தொடர்புஉள்ளது. குறிப்பிட்ட இடத்தில் பூமிக்கடியில் தொன்மையானகட்டமைப்புஏதேனும் உள்ளதாஎன்பதைக்

கண்டறிய 'காந்தமானி அளவியல்' (Magnetometer surveying) என்ற நன்கு நிறுவப்பட்ட அறிவியல் வழிமுறையைப் படுத்தப்படுகிறது.

இந்த முறையில், ஓரிடத்தின் காந்தப்புலம் அதன் அருகிலுள்ள பகுதிகளின் காந்தப்புலத்திலிருந்து எந்த அளவில் மாறுபடுகிறது என்று அளவிடப்படுகிறது. இம்மாறுபாட்டிற்குக் காரணம் அவ்விடத்தின் அடியில் ஏதேனும் பழங்காலபுதையுண்ட சுவர், மண்பானைகள், செங்கற்கள், கல்லறைகள், நினைவிடங்கள், வாழ்விடங்கள் உள்ளிட்ட பலதொல்லியல் பொருட்களில் காணப்படும் மேக்னடைட் என்ற கனிமமும் அதனைச் சார்ந்த கனிமங்களுமே ஆகும். அக்கனிமங்கள் டயா, பாரா அல்லது பெர்ரோ ஆகிய இம்மூன்று காந்த இயல்புகளில் ஏதேனும் ஒரு இயல்பைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் இவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு காந்த ஏற்புத்திறனையும் பெற்றிருக்கும்.

மும்பையிலுள்ள இந்திய புவிக்காந்தவியல் நிறுவனம் (Indian Institute of Geomagnetism) கீழடியில் மேற்கொண்ட காந்தமானி அளவியல் ஆய்வின் மூலம் அப்பகுதியின் அடியில் பழங்கால சுவர், மண்பானைகள் உள்ளிட்ட தொல்லியல் அமைப்புகள் புதைந்துள்ளன என்று கண்டறிந்தனர். 10 முதல் 100 nT வரையிலான காந்தப்புல மாறுபாடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பில் (வண்ணப்பகுதி) ஏற்பட்டுள்ளதை காணலாம். உண்மையில், செங்கற்களினால் செய்யப்பட்ட பெரும் தொல்லியல் அமைப்புகள் கீழடியில் உள்ளன என்ற உண்மை காந்தவியலின் மூலமாகவே நமக்குத் தெரியவந்துள்ளது.

∴ பெர்ரோ காந்தப் பொருட்களின் பண்புகள்:

1. இவற்றின் காந்த ஏற்புத்திறன் நேர்க்குறி மற்றும் அதிக மதிப்புடையது.
2. ஒப்புமை உட்பகுதிகள் அதிகம்
3. புற காந்தப்புலத்தில் ∴ பெர்ரோ காந்தப் பொருளை வைக்கும் போது, காந்தப்புலக் கோடுகள் ∴ பெர்ரோ காந்தப் பொருளின் உள்ளே வலிமையாக ஈர்க்கப்படும்.
4. காந்த ஏற்புத்திறன் வெப்பநிலைக்கு எதிர்த்தகவாகும்.

கியூரி-வெயிஸ் (Curie - Weiss) விதி

வெப்பநிலை உயரும் போது, அணு இரு முனைகளின் வெப்பக்கிளர்ச்சி அதிகரிப்பால் ∴ பெர்ரோ காந்தத் தன்மை குறையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ∴ பெர்ரோ காந்தப் பொருள் பாராகாந்தப் பொருளாக மாறும். இந்த வெப்பநிலையே, கியூரி வெப்பநிலை (T_c) எனப்படும். கியூரி வெப்பநிலையை விட அதிக வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளின் காந்த ஏற்புத்திறன் பின்வருமாறு

$$\chi_m = \frac{C}{T - T_c}$$

இச்சமன்பாடு கியூரி-வெயிஸ் விதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இங்கு C என்பது கியூரி மாறிலி மற்றும் T என்பது கெல்வின் வெப்பநிலையாகும். காந்த ஏற்புத்திறனுக்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகின்றது.

தற்சுழற்சி (Spin):

நிறை, மின்னூட்டம் போன்ற அடிப்படைத் துகளின் மற்றொரு பண்பே தற்சுழற்சி ஆகும். தற்சுழற்சி என்பது குவாண்டம் எந்திரவியல் நிகழ்வாகும் பொருட்களின் காந்தப் பண்புக்கு இது ஒரு முக்கிய காரணியாகும். பழைய எந்திரவியலில் (Classical mechanics) நாம் விவரிக்கும் தற்சுழற்சி, குவாண்டம் எந்திரவியலின் தற்சுழற்சியிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதாகும். குவாண்டம் எந்திரவியலில் கூறப்படும் தற்சுழற்சி உண்மையில் சுழற்சியைக் குறிப்பதில்லை. இது உள்ளார்ந்த கோண உந்தத்தைக் குறிக்கிறது. உள்ளார்ந்த கோண உந்தத்தினைப் பற்றி பழைய எந்திரவியலில் எவ்வித குறிப்பும் இல்லை. நெருங்காலமாக தற்சுழற்சி என்றே வழங்கப்படுவதால் இப்பெயரே நிலத்து விட்டது. துகளின் தற்சுழற்சி நேர்க்குறி மதிப்பை மட்டுமே பெறும். ஆனால் புற காந்தப்புலத்தில் தற்சுழற்சி வெக்டரின் ஒருங்கமைவு (Orientation of spin) நேர்க்குறி அல்லது எதிர்க்குறி மதிப்புகளைப் பெறும்.

எடுத்துக்காட்டாக, எலக்ட்ரானின் தற்சுழற்சி $s = \frac{1}{2}$ புற காந்தப்புலம் செயல்படும் நிலையில் தற்சுழற்சி, காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாகவோ அல்லது எதிர் -

இணையாகவோ ஒருங்கமையும். இதிலிருந்து எலக்ட்ரானின் காந்தத் தற்சுழற்சி m_s இரண்டுமதிப்புகளைப் பெறும். அவைமுறையே $m_s = \frac{1}{2}$ (மேல்நோக்கியதற்சுழற்சி) மற்றும் $m_s = -\frac{1}{2}$ (கீழ்நோக்கியதற்சுழற்சி). புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரானின் தற்சுழற்சி $s = \frac{1}{2}$. மேலும் மேலும் போட்டானின் தற்சுழற்சி $s = 1$

ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி - ஓர் ஓர் தற்சுழற்சி மாதிரி					
ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி (H = 0)	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி (H > 0)	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி (H)	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி
ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி				ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி
ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி				ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி
ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி				ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி	ஊழல்தற்சுழற்சி மாதிரி

காந்தத்தயக்கம் (HYSTERESIS):

∴ பெர்ரோகாந்தப் பொருளொன்றை காந்தமாக்குபுலத்தில் வைக்கும் போது தூண்டலின் விளைவாக அப்பொருள் காந்தமாக்கப்படும். ∴ பெர்ரோகாந்தப்பொருளின் ஒரு முக்கியப்பண்பு: காந்தமாக்குபுலத்தைப் (H) பொறுத்து காந்தப்புலத்தில் (B) ஏற்படும் மாறுபாடு நேர்ப்போக்கு தன்மையற்றது (Non linear) அதாவது $\frac{B}{H} = \mu$ ஒரு மாறிலி அல்ல. இப்பண்பினைப் பற்றி விரிவாகக் காணலாம்.

ஒரு ∴ பெர்ரோகாந்தப்பொருள் (எடுத்துக்காட்டாக இரும்பு) காந்தமாக்குபுலம் H ஆல் மெதுவாக காந்தமாக்கப்படுகின்றது. காந்தமாக்கும்புலத்தின் எண்மதிப்புக்குச் சமமான காந்தப்புலம் B , A புள்ளியிலிருந்து அதிகரித்துக் கொண்டே சென்று தெவிட்டு நிலையை அடைகிறது. பொருளின் இந்த மாற்றம் AC வளைகோட்டுப்பாதையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. காந்தமாக்குப் புலத்தை செலுத்தும் போது பொருள் அடையும் பெருமகாந்தத்தன்மை புள்ளியே தெவிட்டிய காந்தமாதல் (Saturated magnetisation) என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

காந்தமாக்குப் புலத்தை இப்போதுகுறைக்கும்போதுகாந்தப்புலமும் குறையும். ஆனால் பழையபாதையிலேயே CA குறையாது. அது CD என்றவேறொருபாதைவழியாக குறையும். காந்தமாக்குப்புலம் சுழிமதிப்பை அடையும் போதும் காந்தப்புலம் சுழியாகாமல், ஒருநேர்க்குறிமதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். $H = 0$ எனினும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுகாந்தத்தன்மை பொருளில் தொடர்ந்து நீடிப்பதை இது நமக்கு உணர்த்துகிறது.

பொருளில் தொடர்ந்து நீடிக்கும் இந்த எஞ்சிய காந்தத்தன்மைக்கு (AD) காந்தத்தேக்குதன்மை (Remanence) அல்லது காந்தத்தேக்குதிறன் (Retentivity) என்று பெயர். காந்தமாக்குப்புலம் மறைந்த நிலையிலும் காந்தத்தன்மையைத் தக்கவைக்கும் பொருளின் இத்திறமையை காந்தத்தேக்குதன்மை அல்லது காந்தத்தேக்குதிறன் என்று வரையறுக்கலாம்.

பொருளின் காந்தத்தன்மையை நீக்குவதற்காக எதிர்த்திசையில் காந்தமாக்குப் புலத்தை அதிகரிக்க வேண்டும். இப்போது DE பாதையில் காந்தப்புலம் குறைந்த E புள்ளியில் சுழிமதிப்பை அடையும். பொருளின் எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை சுழியாக்குவதற்காக எதிர்த்திசையில் செலுத்தப்பட்ட காந்தமாக்குப் புலம் வரைபடத்தில் AE பாதையினால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. பொருளின் எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை முழுவதும் நீக்குவதற்காக, எதிர்த்திசையில் செலுத்தப்பட்ட காந்தமாக்குப் புலத்தின் எண்மதிப்பை காந்தநீக்குத்திறன் (Coercivity) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

H ஐ மேலும் எதிர்த்திசையில் அதிகரிக்கும் போது காந்தப்புலமும் EF பாதையின் வழியே தெவிட்டிய புள்ளி F ஐ அடையும் வரை எதிர்த்திசையில் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். எதிர்த்திசையில் காந்தமாக்குப் புலத்தை குறைத்து மீண்டும் அதிகரிக்கும் போது காந்தப்புலம் FGKC என்ற பாதையை மேற்கொள்ளும். ACDEFGKC என்ற மூடப்பட்ட இப்பாதைக்கு காந்தத்தயக்கக் கண்ணி (Hysteresis loop) என்று பெயர். இது பொருளொன்றின் காந்தமாக்கும் சுற்றை காட்டுகிறது.

இம் முழு சுற்றிலும் காந்தப்புலம் B, காந்தமாக்குப்புலம் H ஐ விட பின்தங்கி உள்ளது. காந்தப்புலம், காந்தமாக்குப் புலத்திற்குப் பின்தங்கும் இந்நிகழ்ச்சிக்கு காந்தத்தயக்கம் என்று (Hysteresis) பெயர். **தயக்கம்** என்றால் பின்தங்குதல் என்று பொருள்.

தயக்க இழப்பு:

பொருளொன்றில் காந்தமாக்கும் சுற்றின் போது, வெப்பவடிவில் ஆற்றல் இழக்கப்படும். இவ்வாற்றல் இழப்பிற்குக் காரணம் பல்வேறு திசைகளில் மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி மற்றும் ஒருங்கமைவாகும். ஒரு முழு சுற்றில் காந்தமாக்கப்படும் பொருளின் ஓரலகுபருமனுக்கான ஆற்றல் இழப்பு, தயக்கக் கண்ணியின் பரப்புக்கு சமம் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

வன் மற்றும் மென் காந்தப்பொருட்கள்:

காந்தத்தயக்கக் கண்ணியின் வடிவம் மற்றும் அளவின் அடிப்படையில் **∴ பெர்ரோகாந்தப்பொருட்கள்**, குறைந்த பரப்புடைய மென் காந்தப்பொருட்கள் மற்றும் அதிக பரப்புடைய வன் காந்தப்பொருட்கள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

இவ்விரண்டு காந்தப் பொருட்களின் தயக்கக் கண்ணிகள் ஒப்பிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. மென் மற்றும் வன் காந்தப் பொருட்களின் பண்புகள் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது.

மென் **∴ பெர்ரோகாந்தப் பொருட்களுக்கு** வன் **∴ பெர்ரோகாந்தப் பொருட்களுக்கு** இடையே உள்ள வேறுபாடுகள்

வ.எண்	பண்புகள்	மென் ∴ பெர்ரோகாந்தப்பொருட்கள்	வன் ∴ பெர்ரோகாந்தப் பொருட்கள்
1.	புறகாந்தப்புலத்தை நீக்கும் போது	காந்தத்தன்மை மறைந்துவிடும்	காந்தத்தன்மை மறையாது
2.	தயக்கக் கண்ணியின் பரப்பு	சிறியது	பெரியது
3.	காந்தத்தேக்குத்திறன்	குறைவு	அதிகம்
4.	காந்தநீக்குத்திறன்	குறைவு	அதிகம்
5.	காந்த ஏற்புத்திறன் மற்றும் காந்த உட்புகுத்திறன்	அதிகம்	குறைவு

6.	தயக்க இழப்பு	குறைவு	அதிகம்
7.	பயன்கள்	வரிச்சுருள் உள்ளகம், மின்மாற்றி உள்ளகம் மற்றும் மின்காந்தங்கள் செய்யப்பயன்படுகிறது	நிலையானகாந்தங்கள் செய்யப்பயன்படுகின்றது
8.	எடுத்துக்காட்டுகள்	தேனிரும்பு, மியூமெட்டல் ஸ்டெல்லாய் மற்றும் சிலபொருட்கள்	கார்பன் எ.கு, ஆல்நிக்கோ, காந்தக்கல் (Lode stone) மற்றும் சிலபொருட்கள்

காந்தத் தயக்கக் கண்ணியின் பயன்பாடுகள்:

ஒவ்வொரு பொருளின் பொருளின்
காந்தத்தேக்குத்திறன், காந்தநீக்குத்திறன், காந்தஉட்பகுத்திறன், காந்தஏற்புத்திறன் மற்றும் ஒருமுழுசுற்றில்
காந்தமாகும் போது ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு போன்ற தகவல்களை அளிப்பதில் காந்தத்
தயக்கக் கண்ணி முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும்.
எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட தேவைக்கேற்ப பொருளை தேர்வு செய்வதற்கு காந்தத் தயக்கக் கண்ணியைப்
பற்றிய அறிவு அவசியமானதாகும். மேலும் சில உதாரணங்களை இங்கு காண்போம்.

1. நிலையானகாந்தங்கள்:

அதிககாந்தத்தேக்குத்திறன், அதிககாந்தநீக்குத்திறன் மற்றும் அதிககாந்தஉட்பகுத்திறன்
கொண்ட பொருட்கள் நிலையானகாந்தங்களை உருவாக்குவதற்கு மிகவும் ஏற்றதாகும்
எடுத்துக்காட்டுகள்: கார்பன் எ.கு மற்றும் ஆல்நிக்கோ

2. மின்காந்தங்கள்:

அதிகதொடக்ககாந்தஏற்புத்திறன், குறைந்தகாந்தத்தேக்குத்திறன், குறைந்தகாந்தநீக்குத்திறன் மற்றும்
குறைந்தபரப்புடைய மெல்லியகாந்தத் தயக்கக் கண்ணியைப் பெற்றுள்ள பொருட்கள் மின்காந்தங்கள்
செய்யவிரும்பத்தக்கவைகளாகும்.
எடுத்துக்காட்டுகள்: தேனிரும்பு மற்றும் மியூமெட்டல் (நிக்கல் இரும்பு உலோகக் கலவை)

3. மின்மாற்றி உள்ளகம்:

அதிகதொடக்ககாந்தஏற்புத்திறன், உயர்ந்தகாந்தப்புலம் மற்றும்
குறைந்தபரப்பு கொண்ட மெல்லிய தயக்கக் கண்ணியைப் பெற்றுள்ள பொருட்கள்
மின்மாற்றி உள்ளகங்களை வடிவமைக்க பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: தேனிரும்பு.

மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவுகள்

ஆர்ஸ்டெட் (Oersted) சோதனை:

1820 இல் ஹான்ஸ் கிரிஸ்டியன் ஆர்ஸ்டெட் (Hans Christian Oersted) தன்னுடைய இயற்பியல்
வகுப்புக்கு தயார் செய்துகொண்டிருக்கும் போது, கம்பியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் அருகே
இருந்த திசைகாட்டும் காந்தக் கருவியில் விலகலை ஏற்படுத்துகின்றது என்பதைக் கண்டறிந்தார்.
முறையான ஆய்வுகளுக்குப் பின்பு திசைகாட்டும் கருவியில் விலக்கம் ஏற்படுவதற்குக் காரணம்
மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியைச் சுற்றி உருவான காந்தப்புலத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றம்தான் எனக் கண்டறிந்தார்.
மின்னோட்டம் பாயும் திசையை எதிராக மாற்றும்போது, திசைகாட்டும் கருவியிலும் எதிர் திசையில் விலகல்
ஏற்படுவதை அறிந்தார். இது மின்காந்தக் கொள்கையின் வளர்ச்சிக்கு வழிவகுத்து, இயற்பியலின் இரு
பிரிவுகளான மின்னோட்டவியல் மற்றும் காந்தவியலை ஒன்றிணைத்தது.

மின்னோட்டம் பாயும் நேரான கடத்தி மற்றும் வட்டவடிவ கம்பிச் சுருளைச் சுற்றி உருவாகும் காந்தப்புலம்:

மின்னோட்டம் பாயும் நேரான கடத்தி:

மின்னோட்டம் பாயும் நேரான கடத்தியின் அருகே ஒரு திசைகாட்டும் கருவியை வைக்கும்போது, திசைகாட்டும்
கருவியில் உள்ளகாந்தத்தின் ஒரு திசைகாட்டும் கருவியை உணர்ந்து, விலகலை அடையுள்ள இயல்பில்
உள்ளகாந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமையும். காந்தத்தின் விலகலையும் திசையைக்
குறித்துக் கொண்டே சென்றால் காந்தப்புலக் கோடுகளை வரையலாம். மின்னோட்டம் பாயும்
ஒரு நேரான கடத்திக்கு, காட்டியுள்ளவாறு கடத்தியின் அச்சினைச் சுற்றி ஒரு மையவட்டங்களாக அதன்
காந்தப்புலம் அமையும்.

கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையினைப் பொறுத்துவட்ட வடிவ காந்தப்புலக் கோடுகளின் திசைகடிகாரமுள் சுற்றும் திசையில் அல்லதுஅதற்குஎதிர்த்திசையில் அமையும். கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் வலிமையை (அல்லதுஎண்மதிப்பை) அதிகரிக்கும் போது,காந்தப் புலத்தின் அடர்த்தியும் அதிகரிக்கும். கடத்தியிலிருந்துதொலைவு r -ஐ அதிகரிக்கும்போது,காந்தப் புலத்தின் (B)வலிமைகுறையும்.

மின்னோட்டம் பாயும் வட்டவடிவக் கம்பிச்சுருள்:

மின்னோட்டம் பாயும் வட்டவடிவக் கம்பிச்சுருளின் அருகேஒருதிசைகாட்டும் கருவியைவைக்கும் போது,திசைகாட்டும் கருவியில் உள்ளகாந்தஊசிஒருதிருப்புவிசையைஉணர்ந்து,விலகலடைந்துஅப்புள்ளியில் உள்ளகாந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமையும். கம்பிச்சுருளுக்குஅருகேஉள்ள Aமற்றும் Bபுள்ளிகளில் காந்தப்புலக்கோடுகள் வட்டவடிவில் உள்ளதைநாம் கவனிக்கலாம். கம்பிச்சுருளின் மையத்திற்குஅருகில் காந்தப்புலக்கோடுகள் கிட்டத்தட்ட இணையாக இருப்பதிலிருந்து,கம்பிச்சுருளின் மையத்தில் பெரும்பாலும் காந்தப்புலம் சீராக இருப்பதைக் காணலாம்.

கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் அல்லதுசுற்றுகளின் எண்ணிக்கைஅல்லது இரண்டையுமேஅதிகரிக்கும் போதுகாந்தப்புலத்தின் வலிமைஅதிகரிக்கும். கம்பிச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைப் பொருத்துகாந்தமுனைகள் (வடமுனைஅல்லதுதென்முனை) அமையும்.

வலதுகைபெருவிரல் விதி:

கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் கொண்டுகாந்தப்புலத்தின் திசையைஅறியவலதுகைபெருவிரல் விதியன்படுகிறது.

பெருவிரல் மின்னோட்டம் பாயும் திசையைக் காட்டும் வகையில்,மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியைவலதுகையினால் பிடிப்பதாகக் கொண்டால்,கடத்தியைச் சுற்றிபற்றியுள்ளமற்றவிரல்கள் காந்தப்புலக் கோடுகளின் திசையைக் காட்டும்.

நேரானகடத்திமற்றும் வளையத்திற்கானவலதுகைபெருவிரல் விதியைக் காட்டுகிறது.

மேக்ஸ்வெல்லின் வலதுகைதிருகுவிதி:

காந்தப்புலத்தின் திசையைஅறிவதற்கு இவ்விதியும் பயன்படுகிறது. மின்னோட்டம் பாயும் திசையில் வலதுகைதிருகுஒன்றிணைதிருகு இயக்கினால் (Screw driver)முன்னோக்கிமுடுக்கும்போது,திருகுசுழலும் திசைகாந்தப்புலத்தின் திசையைக் கொடுக்கும்.

பயட் - சாவர்ட் விதி(BIOT - SAVART LAW)

ஆர்ஸ்டெட்டின் கண்டுபிடிப்பைத் தொடர்ந்து, ஜீன் - பாப்டிஸ்ட் பயட் மற்றும் பெலிக்ஸ் சாவர்ட் இருவரும் 1819 இல் மின்னோட்டம் பாயும் கடத்திக்குஅருகேவைக்கப்பட்டகாந்தம் உணரும் விசையைஅளந்தறியும் சோதனைகளைமேற்கொண்டுகணிதவியல் சமன்பாட்டைஉருவாக்கினார்கள்.

இச்சமன்பாடுவெளியில் ஒருபுள்ளியில் உருவாகும் காந்தப்புலத்தை,அக்காந்தப்புலத்தைஉருவாக்கும் மின்னோட்டத்தின் அடிப்படையில் கணக்கிடுகிறது. இதுஎல்லாவித வடிவ அமைப்புள்ளகடத்திகளுக்கும் பொருந்தும்.

பயட் - சாவர்ட் விதியின் வரையறைமற்றும் விளக்கம்

மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியின் நீளத்தின் சிறு கூறிலிருந்து r தொலைவில் உள்ளP புள்ளியில் உருவாகும் காந்தப்புலம் $d\vec{B}$ இன் எண்மதிப்பை பயட் மற்றும் சாவர்ட் சோதனையின் அடிப்படையில் கண்டறிந்தனர். இதன் அடிப்படையில் காந்தப்புலம் $d\vec{B}$ இன் எண்மதிப்பு

1. மின்னோட்டத்தின் (I)வலிமைக்குநேர்த்தகவிலும்
2. நீளக் கூறின் dl எண்மதிப்புக்குநேர்த்தகவிலும்

3. $d\vec{l}$ மற்றும் \vec{r} க்கு இடையே உள்ள கோணத்தின் சைன் மதிப்புக்கு நேர்த்தகவிலும்
4. புள்ளி P மற்றும் நீளக்கூறு $d\vec{l}$ இவற்றுக்கு இடையே உள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவிலும் இருக்கும்

இதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$dB \propto \frac{Idl}{r^2} \sin \theta$$

$$dB = k \frac{Idl}{r^2} \sin \theta$$

இங்கு $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$ (SI அலகில்)

வெக்டர் குறியீட்டின் படி,

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$$

இங்கு $d\vec{B}$ வெக்டரானது, மின்னோட்டம் பாயும் திசையைக் காட்டும் $I d\vec{l}$ மற்றும் $d\vec{l}$ யில் இருந்து P புள்ளியை நோக்கிச் செயல்படும் ஓரலகு வெக்டர் \vec{r} ஆகிய இரண்டிற்கும் செங்குத்தாக இருக்கும்.

கடத்தியின் சிறு நீளக்கூறினால் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தை மட்டுமே கணக்கிட இயலும். அனைத்து மின்னோட்டக்கூறுகளின் $I d\vec{l}$ பங்களிப்பையும் கருத்தில் கொண்டு, மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்திக் கடத்தியினால், P புள்ளியில் உருவாகும் நிகர காந்தப்புலத்தைக் கண்டறியலாம். எனவே சமன்பாடு தொகைப்படுத்தும் போது

$$\vec{B} = \int d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$$

என்று கிடைக்கும். இங்கு முழு மின்னோட்டப்பகிர்விற்கும் தொகைப்படுத்தவேண்டும்.

சிறப்பு நேர்வுகள்:

1. புள்ளி P கடத்தியின் மீதே அமைந்தால், $\theta = 0^\circ$ எனவே $|d\vec{B}|$ சுழியாகும்.
2. புள்ளி P கடத்திக்கு செங்குத்தாக அமைந்தால், $\theta = 90^\circ$ எனவே $d\vec{B}$ பெருமமாகும். மேலும் இதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{r^2} \times n$$

இங்கு n என்பது $I d\vec{l}$ மற்றும் \vec{r} க்குச் செங்குத்தான ஓரலகு வெக்டராகும்.

மின்னோட்டம் ஒரு வெக்டர் அளவல்ல. இது ஒரு ஸ்கேலர் அளவாகும். ஆனால் கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு திசை உண்டு. எனவே கடத்தியின் சிறு கூறில் பாயும் மின்னோட்டத்தை வெக்டர் அளவாகக் கருதலாம். அதாவது $I d\vec{l}$

மின்புலம் (கூலும் விதியிலிருந்து) மற்றும் காந்தப்புலத்திற்கு (பயட் - சாவர்ட் விதியிலிருந்து) இடையேயான ஒற்றுமைகள்

- மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் ஆகியவை எதிர்த்தகவு இருமடிவிதிக்குக் கட்டுப்படுகின்றன. எனவே இவ்விரண்டு நீண்ட நெருக்கமுடைய புலங்களாகும். (Long range field)
- மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்திற்குக் கட்டுப்படுகின்றன. மேலும் மூலத்தைப் பொருத்து நேர்போக்குத் தன்மை உடையவை. எண்மதிப்பில்,

$$E \propto q$$

$$B \propto Idl$$

மின்புலம் (கூலும் விதியிலிருந்து) மற்றும் காந்தப்புலத்திற்கு (பயட் சாவர்ட் விதியிலிருந்து) இடையேயான வேறுபாடுகள்

வ.எண்	மின்புலம்	காந்தப்புலம்
1.	ஸ்கேலார் மூலத்தினால் உருவாக்கப்படுகிறது. மின்னூட்டம் கொண்டமின்துகள்களினால் ஏற்படுகிறது	வெக்டர் மூலத்தினால் உருவாக்கப்படுகிறது. அதாவது Idl ஆல் ஏற்படுகிறது.
2.	மூலத்தையும், மின்புலத்தைக் கணக்கிடும் புள்ளியையும் இணைக்கும் நிலைவெக்டரின் வழியே மின்புலத்தின் திசை அமையும்	நிலைவெக்டர் r மற்றும் மின்னூட்டக் கூறு Idl இவற்றுக்கு செங்குத்தாக காந்தப்புலத்தின் திசை அமையும்.
3.	கோணத்தைச் சார்ந்தல்ல	நிலைவெக்டர் r மற்றும் மின்னூட்டக் கூறு Idl இவற்றுக்கு இடையே உள்ள கோணத்தைச் சார்ந்துள்ளது

மின்னூட்டம் q வின் (மூலத்தின்) அடுக்கும், மின்புலம் E இன் அடுக்கும் ஒன்றாக இருக்கும். இதேபோன்று மின்னூட்டக் கூறு Idl இன் (மூலத்தின்) அடுக்கும் காந்தப்புலம் B இன் அடுக்கும் ஒன்றாக இருப்பதை இங்கு கவனிக்கவேண்டும். வேறுவகையாகக் கூறும்போது மின்புலம் E யானது மின்னூட்டத்திற்கு (மூலத்திற்கு) நேர்த்தகவு. ஆனால் மின்னூட்டத்தின் உயர் அடுக்குகளுக்கு (q^2, q^3, \dots) நேர்த்தகவல்ல. இதேபோன்று, காந்தப்புலம் B மின்னூட்டக் கூறு Idl (மூலத்திற்கு) நேர்த்தகவு. ஆனால் மின்னூட்டக்கூறின் உயர் அடுக்குகளுக்கு நேர்த்தகவல்ல. காரணம் மற்றும் விளைவு இவ்விரண்டும் நேர்ப்போக்குத் தொடர்புடையவைகளாகும்.

மின்னூட்டம் q யும் நீண்டநேரானகடத்தியினால் ஏற்படும் காந்தப்புலம் :

YY' என்ற ஈறிலா நீண்ட நேர்க்கடத்தியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது போல் மின்னூட்டம் I பாய்வதாகக் கருதுவோம். கடத்தியிலிருந்து dl தொலைவில் உள்ள புள்ளி P ல் உருவாகும் காந்தப் புலத்தைக் கணக்கிடுவதற்காக dl நீளம் கொண்ட சிறு கூறு (பகுதி AB) ஒன்றைக் கருதுவோம்.

மின்னூட்டக் கூறு Idl - னால் புள்ளி P ல் உருவாகும் காந்தப் புலத்தைக் கணக்கிட பயட் - சாவர்ட் விதியைப் பயன்படுத்துவோம்.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{r^2} n$$

இங்கு n என்பது புள்ளி P ல் உள்ள நோக்கியதிசையில் செயல்படும் ஓரலகு வெக்டர், θ என்பது மின்னூட்டக் கூறு Idl க்கும் dl மற்றும் புள்ளி P ஐ இணைக்கும் கோட்டிற்கும் இடைப்பட்ட கோணம். r என்பது A ல் உள்ள கோட்டுப் பகுதிக்கும் புள்ளி P க்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு.

திரிகோண மிதிசமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி A இதிலிருந்து BP க்கு செங்குத்துக்கோடு ஒன்று வரைக.

$$\Delta ABC \text{ ல், } \sin \theta = \frac{AC}{AB}$$

$$\Rightarrow AC = AB \sin \theta$$

ஆனால் $AB = dl \Rightarrow AC = dl \sin \theta$

AP மற்றும் BP க்கு இடையேயுள்ள கோணம் $d\phi$

அதாவது, $\angle APB = \angle APC = d\phi$

$$\Delta APC \text{ ல் } \sin (d\phi) = \frac{AC}{AP}$$

$d\phi$ மிகச்சிறியது எனவே, $\sin(d\phi) \approx d\phi$

ஆனால் $AP = r \Rightarrow AC = rd\phi$

$$\therefore AC = dl \sin \theta = rd\phi$$

$$\therefore d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} (rd\phi)n = \frac{\mu_0 I d\phi}{4\pi r} n$$

AP மற்றும் OP க்கு இடையேயுள்ள கோணம் ϕ என்க.

$$\Delta OPA \text{ ல் } \cos \phi = \frac{OP}{AP} = \frac{a}{r}$$

$$\Rightarrow r = \frac{a}{\cos \phi}$$

$$\Rightarrow d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{I}{a/\cos \phi} d\phi n$$

$$\Rightarrow d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cos \phi d\phi n$$

கடத்தி YY' ஆல் புள்ளி P ல் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

$$= \vec{B} = \int_{-\phi_1}^{\phi_2} d\vec{B} = \int_{-\phi_1}^{\phi_2} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cos \phi d\phi n$$

$$= \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\sin \phi_1 + \sin \phi_2) n$$

ஈறிலாநீளம் கொண்ட கடத்திக்கு

$$\phi_1 = \phi_2 = 90^\circ$$

$$\therefore \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \times 2n \Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} n$$

மின்னோட்டம் பாயும் வட்டவடிவக் கம்பிச்சுருளின் அச்சவழியே ஏற்படும் காந்தப்புலம்:

R ஆரமுடைய மின்னோட்டம் பாயும் வளையம் ஒன்றைக் கருதுக. இவ்வளையத்தின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இம் மின்னோட்டத்தின் திசை காட்டப்பட்டுள்ளது.

வளையத்தின் மையம் O விலிருந்து தொலைவில் அதன் அச்சின் மீது அமைந்துள்ள புள்ளி P யைக் கருதுக. இப்புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் கணக்கிட வட்டவளையத்தின்

மீது எதிரெதிராக அமைந்துள்ள C மற்றும் D புள்ளிகளில் Idl நீளமுடைய இரு நீளக் கூறுகளைக் கருதுக.

புள்ளி C ல் உள்ள மின்னோட்டக் கூறு (Idl) மற்றும் புள்ளி P யை இணைக்கும் வெக்டர் \vec{r} என்க.

பயட் - சாவர்ட் விதியின் படி மின்னோட்டக் கூறு Idl ஆல் P புள்ளியில் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \vec{r}}{r^2}$$

$d\vec{B}$ ன் எண்மதிப்பு

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{r^2}$$

இங்கு θ என்பது Idl மற்றும் \vec{r} ஆகியவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கோணம்; இங்கு $\theta = 90^\circ$ ஆகும்.

$d\vec{B}$ ன் திசை மின்னோட்டக் கூறு Idl மற்றும் CP ஆகியவற்றிற்கு செங்குத்தாக இருக்கும். அதாவது, அது CP க்கு செங்குத்தாக PR திசையில் இருக்கும்.

புள்ளி D ல் உள்ளமின்னோட்டக் கூறினால் P ல் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்பு புள்ளி C ல் உள்ளமின்னோட்டக் கூறினால் P ல் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்புக்குசமம் ஆகும். ஏனெனில் அவையிரண்டும் சமதொலைவில் உள்ளன. ஆனால் இக்காந்தப்புலம் PS திசையில் இருக்கும்.

ஒவ்வொருமின்னோட்டக் கூறினாலும் ஏற்படும் காந்தப்புலம் $d\vec{B}$ ஐ y திசையில் $dB \cos \phi$ என்றும் z - திசையில் $dB \sin \phi$ என்றும் இரண்டு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். கிடைத்தளக் கூறுகள் ஒன்றையொன்றுசமன் செய்துகொள்ளும். எனவேசெங்குத்துக் கூறுகள் $(dB \sin \phi k)$ மட்டுமேபுள்ளி P ல் ஏற்படும் மொத்தகாந்தப்புலத்திற்கும் காரணமாக அமைகின்றன.

$$B = \int d\vec{B} = \int dB \sin \phi k$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{dl}{r^2} \sin \phi k$$

ΔOCP லிருந்து

$$\sin \phi = \frac{R}{(R^2 + z^2)^{1/2}} \text{ மற்றும் } r^2 = R^2 + z^2$$

இம்மதிப்புகளைமேலே உள்ளசமன்பாட்டில் பிரதியிட,

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NI}{4\pi} \frac{R}{(R^2 + z^2)^{3/2}} k \left(\int dl \right)$$

மின்னோட்டம் பாயும் வட்டச்சுருளினால் புள்ளி P ல் உருவாகும் நிகரகாந்தப்புலம் B ஐக் கணக்கிட நீளக்கூறினை 0 இலிருந்து $2\pi R$ வரைதொகையிடவும்.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NI}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} k$$

வட்டச்சுருள் N சுற்றுக்களைக் கொண்டது எனில், காந்தப்புலம்

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NI}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} k$$

சுருளின் மையத்தில் காந்தப்புலம்

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NI}{2R} k \text{ ஏனெனில் } z = 0$$

டேஞ்சன்ட் விதி மற்றும் டேஞ்சன்ட் கால்வனோமீட்டர்

மிகக்குறைந்தமின்னோட்டங்களை அளவிடும் ஒருகருவி டேஞ்சன்ட் கால்வனோமீட்டர் ஆகும் டேஞ்சன்ட் விதியின் அடிப்படையில் இக்கருவி இயங்குகிறது. இது ஒரு நகரும் காந்தகால்வனோமீட்டராகும்.

டேஞ்சன்ட் விதி:

ஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தாகச் செயல்படும் சீரான இரண்டு காந்தப்புலங்களுக்கு நடுவே தொடங்கவிடப்பட்டுள்ள காந்தஊசி, இவ்விரண்டு புலங்களின் தொகுபயன் புலத்தின் திசையில் நிற்கும்.

டேஞ்சன்ட் கால்வனோமீட்டரின் கம்பிச்சுருள் வழியாக மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தை B என்க. புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறு B_H ஆகும். இவ்விரண்டு காந்தப்புலங்களின் செயல்பாட்டால் காந்தஊசிகிடைத்தளக்கூறு $B_H \cos \theta$ எனப்படும். $B_H \sin \theta$ எனப்படும். எனவே

$$B = B_H \tan \theta$$

அமைப்பு:

டேஞ்சன்ட் கால்வனோமீட்டரில் காந்தத்தன்மையற்றவட்டவடிவசட்டத்தின் மீதுதாமிரக்கம்பிச்சுருள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இச்சட்டம் பித்தளை அல்லது மரத்தால் செய்யப்பட்டுகிடைத்தளமேடைக்கு (சுழல் மேடைக்கு) செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இம்மேடைசரிசெய்யும் மூன்றுகிடைமட்டத் திருகுகளைப் பெற்றுள்ளது. வெவ்வேறுஎண்ணிக்கையில் அமைந்த இரண்டுஅல்லது மூன்றுகம்பிச்சுருள்கள் டேஞ்சன்ட் கால்வனோமீட்டரில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. நாம் ஆய்வுக்கூடங்களில் பயன்படுத்தும் பெரும்பாலானவற்றில் 2 சுற்றுகள், 5 சுற்றுகள் மற்றும் 50 சுற்றுகள் கொண்ட வெவ்வேறுதடிமனுடைய கம்பிச்சுருள்கள், வெவ்வேறுவலிமைகொண்ட மின்னோட்டங்களை அளவிட பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சுழல் மேடைக்கு நடுவே சுற்றே மேலெழும்பிய அமைப்பு உள்ளது அதில் காந்த ஊசிப்பெட்டி (விலகுகாந்தமானி) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. காந்த ஊசிப் பெட்டியின் உள்ளே கூர்முனையின் மீது பொருத்தப்பட்ட காந்த ஊசி ஒன்று உள்ளது. காந்த ஊசியின் மையமும், வட்டவடிவக்கம்பிச்சுருளின் மையமும் மிகச்சரியாக ஒன்றுடன் ஒன்று பொருந்தும் வகையில் இவ்வமைப்பு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. மெல்லிய அலுமினியக் குறிமுள் ஒன்று காந்த ஊசிக்கு செங்குத்தாக, வட்ட அளவுகோலின் மீது சுழலும்படி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வட்ட அளவுகோல் நான்கு கால்வட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு கிரி அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அளவீட்டினைப் பயன்படுத்தி வட்ட அளவுகோலின் மீது குறிமுள்ளளின் விலக்கத்தை அளக்கலாம். இடமாறுதோற்றப்பிழையைத் தவிர்க்க, குறிமுள்ளுக்குக் கீழே கண்ணாடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

கருவியை பயன்படுத்தும் போது மேற்கொள்ள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கைகள்

1. கருவியின் அருகில் உள்ள அனைத்து காந்தப் பொருட்களையும் அகற்ற வேண்டும்.
2. இரசமட்டத்தைப் பயன்படுத்தி (Sprit level), கிடைமட்டத் திருகுகளை சரிசெய்ய வேண்டும். அவ்வாறு சரிசெய்யும் போது மிகச்சரியாக காந்த ஊசிகிடைத்தளத்திலும், சட்டகாந்தத்தின் மீது சுற்றப்பட்ட கம்பிச்சுருள் செங்குத்தாகவும் அமையும்.
3. கம்பிச்சுருளின் செங்குத்து அச்சைப் பொருத்து அதனைச் சுழற்றி, கம்பிச்சுருளின் தளம் காந்த ஊசிக்கு இணையாகவரும்படி அதனை அமைக்க வேண்டும். அவ்வாறு அமைக்கும் போது கம்பிச்சுருள் தொடர்ந்து காந்த துருவத் தளத்திலேயே இருக்கும்.
4. காந்த ஊசிப் பெட்டியைச் சுழற்றி, குறிமுள் $0^\circ - 0^\circ$ ஐக் காட்டும்படி அமைக்க வேண்டும்.

கொள்கை:

கம்பிச்சுருளின் வழியே மின்னோட்டம் பாயாத நிலையில் காந்த ஊசிபுவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறின் திசையிலேயே ஒருங்கமைந்திருக்கும். மின்சுற்றினை இயக்கும் போது கம்பிச்சுருளின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்ந்த காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும். சுழலும் மின்னோட்டத்தினால் எவ்வாறு காந்தப்புலம் உருவாகின்றது என்பதை விவரிக்கப்பட்டுள்ள போகிரீர்கள். தற்போது ஒன்றுகொன்று செங்குத்தாகச் செயல்படும் இரண்டு காந்தப்புலங்கள் உருவாகும் அவை

1. மின்னோட்டம் பாயும் கம்பிச்சுருளின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக செயல்படும் காந்தப்புலம் (B)
2. புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு (B_H)
ஒன்றுக் கொண்டு செங்குத்தாகச் செயல்படும் இவ்விரண்டு காந்தப்புலங்களுக்கு நடுவே கூர்முனையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள காந்த ஊசி கோண அளவு விலகலை ஏற்படுத்தும். டேஞ்சன்ட் விதியிலிந்து

$$B = B_H \tan \theta$$

R ஆரமும் N சுற்றுகளும் கொண்ட வட்டவடிவக் கம்பிச்சுருளின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதால் அதன் மையத்தில் தோன்றும் காந்தப்புலம்

$$B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$$

ஆகியவற்றிலிருந்து நாம் பெறுவது,

$$\mu_0 \frac{NI}{2R} = B_H \tan \theta$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்பட்ட புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு

$$B_H = \frac{\mu_o N I}{2R \tan \theta}$$

மின்னோட்டவளையம் காந்த இருமுனையாகசெயல்படல்

Rஆரம் கொண்டமின்னோட்டம் பாயும் வட்டவளையத்தின் அச்சில் அதன் மையத்திலிருந்து Z தொலைவிலுள்ளபுள்ளியில் உருவாகும் காந்தப்புலம்

$$\vec{B} = \frac{\mu_o I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} k$$

நீண்டதொலைவிற்கு $z \gg R$ எனில், $R^2 + z^2 \approx z^2$ எனவே

$$\vec{B} = \frac{\mu_o I}{2} \frac{R^2}{z^3} k \quad \text{அல்லது} \quad \vec{B} = \frac{\mu_o I}{2\pi} \frac{\pi R^2}{z^3} k$$

வட்டவளையத்தின் பரப்பு A எனில், $A = \pi R^2$ எனவே பரப்பினைப் பொருத்து எழுதும்போது

$$\vec{B} = \frac{\mu_o I}{2\pi} \frac{A}{z^3} k \quad \text{அல்லது} \quad \vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{2IA}{z^3} k$$

பரிமாணமுறையில் ஒப்பிடும் போது

$$P_m = IA$$

இங்கு P_m என்பது காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனைக் குறிக்கும். வெக்டர் குறியீட்டின் படி

$$\vec{p}_m = I \vec{A}$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து மின்னோட்டம் பாயும் வளையமானது காந்தத்திருப்புத்திறன் \vec{p}_m கொண்ட காந்த இருமுனையாக செயல்படும் என அறியலாம்.



எனவே, எந்த ஒரு மின்னோட்டவளையத்தின் காந்த இருமுனைதிருப்புத்திறன் அம்மின்னோட்டவளையத்தில் பாயும் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னோட்டவளையத்தின் பரப்பு இவற்றிற்கிடையேயான பெருக்கல் பலனுக்குச் சமமாகும்.

வலதுகைபெருவிரல் விதி:

காந்தத்திருப்புத்திறனின் திசையை அறிய நாம் வலதுகைபெருவிரல் விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

இவ்விதியின்படி வளையத்தின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையில் வலதுகையின் மற்றவிரல்களால் வளையத்தை சுற்றிப் போது, நீட்டப்பட்ட பெருவிரல் அம்மின்னோட்டவளையத்தினால் உருவாகும் காந்தத்திருப்புத்திறனின் திசையைக் கொடுக்கும்.

முனை விதி-அண்மைமுனையில் மின்னோட்டம் பாயும் திசையும் அம்முனையின் காந்தத் தன்மையும்

வட்டவளையத்தின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம்	காந்த முனை	படம்
-இடஞ்சுழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம்	-வட முனை	 கடிகாரமுள் சுற்றும் திசைக்கு எதிர்திசையில் மின்னோட்டம் பாயும் போது முனை அமைப்பு : வடமுனை
-வலஞ்சுழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம்	தென் முனை -	

		கடிகாரமுள் சுற்றும் திசையில் மின்னோட்டம் பாயும் போது முனை அமைப்புதென் முனை -
--	--	--

சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானின் காந்த இருமுனைத் திருப்புத்திறன்:

உட்கருஒன்றினைவட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரான் ஒன்றுசுற்றிவருவதாகக் கொள்வோம். இந்தவட்டப்பாதையில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானை,வளையத்தில் பாயும் மின்னோட்டம் போன்றுகருதலாம். ஏனெனில் மின்துகள்களின் ஓட்டமேமின்னோட்டமாகும். எனவேமின்னோட்டம் பாயும் வளையத்தின் காந்த இருமுனைத் திருப்புத்திறன்

$$\dot{\mu}_L = I \dot{A}$$

எண்மதிப்பில்,

$$\mu_L = IA$$

T என்பதுஎலக்ட்ரானின் அலைவு நேரம் எனக் கொண்டால்,வட்டப்பாதையில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானால் ஏற்படும் மின்னோட்டம்

$$I = \frac{-e}{T}$$

இங்குeஎன்பதுஎலக்ட்ரானின் மின்னூட்டமாகும். வட்டப்பாதையின் ஆரம் Rமற்றும் வட்டப்பாதையில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானின் திசைவேகம் vஎனவும் கொண்டால்

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

சமன்பாடுகள் பயன்படுத்தும்போது

$$\mu_L = -\frac{e}{2\pi R} \pi R^2 = \frac{evR}{2}$$

இங்குA = πR^2 வளையத்தின் பரப்பாகும். வரையறையின்படி, Oவைப் பொறுத்துஎலக்ட்ரானின் கோணஉந்தம்

$$L = R \times p$$

எண்மதிப்பில்,

$$L = Rp = mvR$$

பயன்படுத்திப்பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\frac{\mu_L}{L} = \frac{evR/2}{mvR} = -\frac{e}{2m} \Rightarrow \bar{\mu}_L = -\frac{e}{2m} \bar{L}$$

காந்தத்திருப்புத்திறன் மற்றும் கோணஉந்தம் இரண்டின் திசையும் ஒன்றுக்கொன்றுஎதிரெதிர் என்பதைஎதிர்க்குறிநமக்குக் காட்டுகிறது.

எண்மதிப்பில்,

$$\frac{\mu_L}{L} = \frac{e}{2m} = \frac{1.60 \times 10^{-19}}{2 \times 9.11 \times 10^{-31}} = 0.0878 \times 10^{12} \text{ Ckg}^{-1}$$

$$\frac{\mu_L}{L} = 8.78 \times 10^{10} \text{ Ckg}^{-1} \text{ மாறிலி}$$

$\frac{\mu_L}{L}$ விகிதம் ஒருமாறிலியாகும்.மேலும் இதனைசுழற்சிகாந்தவிகிதம் (gyro - $\left(\frac{e}{2m}\right)$ எனஅழைக்கலாம்.

சுழற்சிகாந்தவிகிதம் ஒருவிகிதமாறிலிஎன்பதைநினைவில் கொள்ளவும். இதுஎலக்ட்ரானின் கோணஉந்தத்தையும்,காந்தத்திருப்புத்திறனையும் இணைக்கிறது.

நீல்ஸ் போரின் குவாண்டமாக்கல் நிபந்தனையின்படிநிலையானசுற்றுப்பாதையில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானின் கோணஉந்தம் குாவண்டமாக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது,

$$L = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$$

இங்கு h என்பது பிளாங்க் மாறிலியாகும். ($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$) மற்றும் n என்பது நேர்க்குறி முழு எண்களைக் குறிக்கும். அதாவது $n = 1, 2, 3, \dots$ எனவே

$$\begin{aligned}\mu_L &= \frac{e}{2m} L = n \frac{eh}{4\pi m} \\ \mu_L &= n \times \frac{(1.60 \times 10^{-19})h}{4\pi m} \text{ Am}^2 \\ &= n \times \frac{(1.60 \times 10^{-19})(6.63 \times 10^{-34})}{4 \times 3.14 \times (9.11 \times 10^{-31})} \\ \mu_L &= n \times 9.27 \times 10^{-24} \text{ Am}^2\end{aligned}$$

சிறுமகாந்தத்திருப்புத்திறனைக் கண்டறிய $n = 1$ எனப் பிரதியிடவேண்டும்.

$$\begin{aligned}\mu_L &= 9.27 \times 10^{-24} \text{ Am}^2 = 9.27 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1} \\ &= (\mu_L)_{\min} = \mu_B\end{aligned}$$

இங்கு $\mu_B = \frac{eh}{4\pi m} = 9.27 \times 10^{-24} \text{ Am}^2$. இதனை போர் மேக்னெட்டான் என்று அழைக்கலாம். இது அணுவின் காந்த திருப்புத்திறனை அளக்கப் பயன்படுகிறது.

ஆம்பியரின் சுற்று விதி:

சமச்சீர் (Symmetry) கொண்ட மின்னோட்ட அமைப்புகள் உள்ள கணக்குகளில், புள்ளி ஒன்றில் காந்தப்புலத்தைக் கணக்கிட ஆம்பியரின் சுற்று விதி பயன்படுகிறது. நிலை மின்னியலில் பயன்படுத்தப்படும் காஸ்விதியைப் போன்றதே ஆம்பியரின் சுற்று விதியாகும்.

ஆம்பியரின் சுற்றுவிதி வரையறை மற்றும் விளக்கம்

ஆம்பியரின் விதி: ஒரு மூடிய வளையத்தின் மீதுள்ள காந்தப்புலத்தின் கோட்டு வழித்தொகையீட்டு மதிப்பு (Value of line integral) அவ்வளையத்தினால் மூடப்பட்ட நிகர மின்னோட்டத்தின் μ_0 மடங்கிற்குச் சமம்.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

மூடப்பட்ட

இங்கு I மூடப்பட்டவளையத்தின் வழியாகச் செல்லும் நிகரமின்னோட்டமாகும். கோட்டுவழித்தொகையீடுபாதையின் வடிவத்தையோ அல்லது காந்தப்புலத்துடன் உள்ளகடத்தியின் நிலையையோ சார்ந்ததில்லை என்பதைக் கவனிக்கவும்.

கோட்டு வழித்தொகையீடு என்பது ஒரு கோடு அல்லது வளைவின் மீது செய்யப்படும் தொகையீடாகக் குறிக்கும். \oint_C என்ற குறியீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது மூடப்பட்ட கோட்டு வழித்தொகையீடு என்பது ஒரு மூடப்பட்ட வளைவு (அல்லது கோடு) மீது செய்யப்படும் தொகையீடாகக் குறிக்கிறது. \int_C அல்லது \int என்ற குறியீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆம்பியரின் விதியைப் பயன்படுத்தி மின்னோட்டம் பாயும் முடிவிலா நீளம் கொண்ட கம்பியினால் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

முடிவிலா நீளம் கொண்ட I மின்னோட்டம் பாயும் நேரானகடத்தி ஒன்றைக் கருதுக. காந்தப்புலக் கோடுகளின் திசை உள்ளது.

நுண்ணளவில் பார்க்கும்போது கம்பி உருளைவடிவிலும், அச்சினைப் பொறுத்து சமச்சீராகவும் உள்ளது. கடத்தியின் மையத்திலிருந்து தொலைவில் வட்டவடிவிலான ஆம்பியரின் வளையத்தை உருவாக்கலாம்.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

இங்கு dl என்பது ஆம்பியரின் வளையம் வழியே செல்லும் வரிக் கூறாகும் (Line element) (வட்டவளையத்தின் தொடுகோடு). எனவே, காந்தப்புலவெக்டருக்கும் வரிக் கூறுக்கும் இடையே உள்ள கோணம் சுழியாகும். ஆகையால்

$$\oint_C B dl = \mu_0 I$$

இங்கு I என்பது ஆம்பியரின் வளையத்தால் சூழப்பட்ட மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கும். சமச்சீரின் விளைவாக ஆம்பியரின் வளையம் முழுவதும் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்பு மாறாமலிக்கும். எனவே தொகையீட்டிலிருந்து B ஐ வெளியே எடுத்து விடலாம்.

$$B \oint_C dl = \mu_0 I$$

ஆம்பியர் வளையத்தின் சுற்றளவு $2\pi R$ இதிலிருந்து

$$B \int_0^{2\pi r} dl = \mu_0 I$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

வெக்டர் வடிவில் காந்தப்புலம்

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} n$$

இங்கு n தொடுகோட்டின் வழியே ஆம்பியரின் வளையத்திற்குச் செல்லும் ஓரலகு வெக்டராகும்.

வரிச்சுருள்:

வரிச்சுருள் என்பது, சுருள் வடிவில் நெருக்கமாகச் சுற்றப்பட்ட நீண்ட கம்பிச்சுருளாகும். வரிச்சுருளின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும் போது காந்தப்புலம் உருவாகும். வரிச்சுருளின் மொத்த காந்தப்புலம் அதன் ஒவ்வொரு சுற்றுகளின் காந்தப்புலங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்துவதால் ஏற்படுகிறது. வரிச்சுருளினால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலத்தின் திசையை வலது உள்ளங்கை விதியிலிருந்து அறியலாம்.

வரிச்சுருளின் உள்ளே காந்தப்புலம் கிட்டதட்ட சீராக இருக்கும். மேலும் இது வரிச்சுருளின் அச்சுக்கு இணையாகக் காணப்படும். ஆனால், வரிச்சுருளுக்கு வெளியே காந்தப்புலம் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறிய மதிப்புடையதாக காணப்படும். வரிச்சுருளின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைப் பொருத்த வரிச்சுருளின் ஒரு முனை வடமுனை போன்றும், மற்றொரு முனை தென்முனை போன்றும் செயல்படும்.

ஒரு மின்னோட்டம் பாயும் வரிச்சுருளை வலதுகையினால் பற்றிபிடிக்கும் போது மற்ற வீரல்கள் மின்னோட்டம் பாயும் திசையில் சுற்றியிருந்தால், நீட்டப்பட்ட பெருவிரல் மின்னோட்டம் பாயும் வரிச்சுருளினால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காட்டும். எனவே வரிச்சுருளினால் ஏற்படும் காந்தப்புலம், சட்டக் காந்தத்தினால் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தைப் போன்றே காணப்படும்.

வரிச்சுருளானது மிக நீண்ட நீளம் உடையதாகக் கருதப்படுகிறது. இதன் பொருள் வரிச்சுருளின் நீளம் அதன் விட்டத்தை விட மிகவும் பெரியது. அதேபோல் வரிச்சுருளின் சுற்றுகள் எப்போதும் வட்டவடிவிலேயே இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை, மற்ற வடிவங்களிலும் இருக்கலாம். ஒரு எளிமைக்காக, இங்கு நாம் வட்டவடிவில் சுற்றப்பட்ட வரிச்சுருளையே கருதுகிறோம்.

மின்னோட்டம் பாயும் நீண்ட வரிச்சுருளினால் ஏற்படும் காந்தப்புலம்

L நீளமும் N சுற்றுகளும் கொண்ட நீண்ட வரிச்சுருள் ஒன்றைக் கருதுவோம். வரிச்சுருளின் நீளத்துடன் ஒப்பிடும் போது அதன் விட்டம் மிகவும் சிறியது. மேலும் கம்பிச்சுருள் மிக நெருக்கமாக சுற்றப்பட்டுள்ளது.

சிறியது. மேலும் கம்பிச்சுருள் மிக நெருக்கமாக சுற்றப்பட்டுள்ளது. வரிச்சுருளின் உள்ளே ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் கணக்கிட ஆம்பியரின் சுற்று விதியைப் பயன்படுத்தலாம். செவ்வக வடிவ ஒரு சுற்று $abcd$ ஐக் கருதுக. ஆம்பியரின் சுற்று விதியிலிருந்து

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

= $\mu_0 \times$ (ஆம்பியரின் சுற்றால் மூடப்பட்ட மொத்தமின்னோட்டம்)

சமன்பாட்டின் இடதுகைக்கத்தினைபின்வருமாறுஎழுதலாம்.

$$\int_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_b^c \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_d^a \vec{B} \cdot d\vec{l}$$

bc மற்றும் da பக்கங்களின் நீளக்கூறுகள் வரிச்சுருளின் அச்சின் வழியே அமைந்துள்ளதமட்டுமல்லாமல் காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாகவும் அமைந்துள்ளன.

$$\int_b^c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_b^c |\vec{B}| dl \cos 90^\circ = 0$$

$$\int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$$

மேலும் வரிச்சுருளுக்கு வெளியேயும் காந்தப்புலம் சுழி. எனவே தொகையீடு $\int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$

ab வழியாக உள்ள பாதையின் தொகையீடு

$$\int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \int_a^b dl \cos 0^\circ = B \int_a^b dl$$

கோடு ab யின் நீளம் h ஆகும். ஆனால் இந்தக் கோட்டின் நீளம் L க்குச் சமமான பெரிய கோட்டை நாம் தேர்வு செய்யும் போது, தொகையிடல் பின்வருமாறு கிடைக்கும்.

$$\int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} = BL$$

N சுற்றுகளுக்கு வரிச்சுருளின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் NI என்க. எனவே

$$\int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} = BL = \mu_0 NI \Rightarrow B = \mu_0 \frac{NI}{L}$$

ஒரலகு நீளத்திற்கான சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $\frac{N}{L} = n$ ஆகவே,

$$B = \mu_0 \frac{nLI}{L} = \mu_0 nI$$

கொடுக்கப்பட்ட வரிச்சுருளுக்கு n ஒரு மாறிலி. மேலும் μ_0 இன் மதிப்பும் ஒரு மாறிலியாகும். ஒரு நிலையான மின்னோட்டத்திற்கு வரிச்சுருளின் உள்ளே ஏற்படும் காந்தப்புலமும் மாறிலியாகும்.

வரிச்சுருளை மின் காந்தமாகவும் பயன்படுத்தலாம். ஒரு வலிமையான காந்தப்புலத்தை இது உருவாக்கும். இதனை இயக்கவோ அல்லது நிறுத்தவோ முடியும். நிலையான காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி இவ்வாறு நிகழ்த்த முடியாது. வரிச்சுருளின் உள்ளே இரும்புச் சட்டமொன்றை வைப்பதன் மூலம் காந்தப்புலத்தின் வலிமையை மேலும் அதிகரிக்கலாம். எவ்வாறெனில், வரிச்சுருளினால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலம் இரும்புச் சட்டத்தையும் காந்தமாக்கும். எனவே நிகர காந்தப்புலமானது வரிச்சுருளினால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலம் மற்றும் இரும்புச் சட்டம் காந்தமானதால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலங்களின் கூடுதலாகும். இப்பண்புகளின் காரணமாகத்தான் பல்வேறுவகையான மின்சாதனங்களை வடிவமைப்பதில் வரிச்சுருள் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

MRI (Magnetic Resonance Imaging) என்பது காந்த ஒத்ததிர்வு பொருட் பிம்பம் எனப்படும். தலை, மார்பு, அடிவயிறு மற்றும் இடுப்பெலும்பு போன்றவற்றில் ஏற்படும் அசாதாரணத்

தன்மையைகண்டறியவும். மருத்துவம் செய்யவும் மருத்துவருக்குத் துணைபுரிகிறது. இதுஉடலைக் கெடுதல் செய்யாதமருத்துவச் சோதனையாகும். வட்ட வடிவ திறப்பின் உள்ளேநோயாளிபடுக்கவைக்கப்படுகிறார். (உண்மையில் மீக்கடத்தியினால் உருவாக்கப்பட்டவரிச்சுருளின் உட்பகுதியே இத்திறப்பாகும்). மீக்கடத்தியின் வழியேவலிமையானமின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டுவலிமைமிக்ககாந்தப்புலம் உருவாக்கப்படுகிறது. இக்காந்தப்புலம் ரேடியோஅதிர்வுத் துடிப்புகளைஉருவாக்கிகணினிக்குக் கொடுக்கும் இக்கணினிஉள்ளுறுப்புகளின் பிம்பத்தைக் கொடுக்கிறது. இதன் துணையுடன் மருத்துவர் உள்ளுறுப்புகளுக்குசிகிச்சையளிப்பார்.

வட்டவரிச்சுருள்:

வரிச்சுருளின் இரண்டுமுனைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்றுதொடும் வகையில் வளைக்கப்பட்டவட்டஅமைப்பேவட்டவரிச்சுருளாகும். இதுஒரு மூடப்பட்டவளையம் போன்றுகாணப்படும். வட்டவரிச்சுருளின் உள்ளேகாந்தப்புலம் மாறாதஎண்மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். அதேநேரத்தில் வட்டவரிச்சுருளின் உட்பகுதியில் (P புள்ளியில்) மற்றும் வெளிப்பகுதியில் (Q புள்ளியில்) காந்தப்புலம் சுழியாகும்.

வட்டவரிச்சுருளின் திறந்தவெளிஉட்புறப்பகுதி

புள்ளியில் ஏற்படும் காந்தப்புலம் B_p ஐ நாம் கணக்கிட r_1 ஆரமுடையஆம்பியரின் சுற்று1 ஐ புள்ளிP ஐச் சுற்றிகாட்டியுள்ளவாறுஅமைக்கலாம். கணக்கீட்டைஎளிமையாக்கஆம்பியர் சுற்றைவளையமாகக் கருதுவோம். எனவே,வளையத்தின் சுற்றளவுஅதன் நீளமாகும்.

$$L_1 = 2\pi r_1$$

வளையம் 1 க்கானஆம்பியரின் சுற்றுவிதி

$$\int_{\text{வளையம் 1}} \vec{B}_p \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{மூடப்பட்ட}}$$

இங்குவளையம் 1 எவ்விதமானமின்னோட்டத்தையும் சூழ்ந்திருக்கவில்லை $I_{\text{மூடப்பட்ட}} = 0$

$$\int_{\text{வளையம் 1}} \vec{B}_p \cdot d\vec{l} = 0$$

புள்ளிP யில் உள்ளகாந்தப்புலம் சுழியானால் மட்டுமே இது சாத்தியமாகும். அதாவது

$$\vec{B}_p = 0$$

வட்டவரிச்சுருளின் வெளிப்புறத்தில் உள்ளதிறந்தவெளிப்பகுதி

Q புள்ளியில் உள்ளகாந்தப்புலம் B_Q வைக் கணக்கிடகாட்டியுள்ளவாறுQபுள்ளியைச் சுற்றி r_3 ஆரமுடையஆம்பியரின் வளையம் அமைக்கலாம்.

வளையம் 3 க்கானஆம்பியரின் சுற்றுவிதி

$$\int_{\text{வளையம் 3}} \vec{B}_Q \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{மூடப்பட்ட}}$$

இங்குஒவ்வொருசுற்றிலும் தாளின் தளத்தைவிட்டுவெளியேவரும் மின்னோட்டம்,தாளின் தளத்திற்குஉள்ளேசெல்லும் மின்னோட்டத்தினால் சமன்செய்யப்படுகிறது. எனவே $I_{\text{மூடப்பட்ட}} = 0$

$$\int_{\text{வளையம் 2}} \vec{B}_Q \cdot d\vec{l} = 0$$

புள்ளிQ வில் உள்ளகாந்தப்புலம் சுழியானால் மட்டுமே இது சாத்தியமாகும். அதாவது மட்டுமே இது சாத்தியமாகும். அதாவது

$$\vec{B}_Q = 0$$

வட்டவரிச்சுருளின் உள்ளே

Sபுள்ளியில் உள்ளகாந்தப்புலம் B_s ஐக் கணக்கிட,உள்ளவாறுSபுள்ளியைச் சுற்றி r_2 ஆரமுடையஆம்பியரின் வளையம் அமைக்கலாம்.

$$\text{வளையத்தின் நீளம் } L_2 = 2\pi r_2$$

வளையம் 2 க்கானஆம்பியரின் சுற்றுவிதி

$$\oint \vec{B}_s \cdot d\vec{l} = \mu_o I$$

வளையம் 2 மூடப்பட்ட

வட்டவரிச்சுருளின் வழியேபாயும் மின்னோட்டத்தை I எனவும் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை N எனவும் கொண்டால்

$$I_{\text{மூடப்பட்ட}} = NI$$

$$\oint \vec{B}_s \cdot d\vec{l} = \int B_s dl \cos \theta = B_s 2\pi r_2$$

வளையம் 2 வளையம் 2

$$\oint \vec{B}_s \cdot d\vec{l} = \mu_o NI$$

வளையம் 2

$$B_s = \mu_o \frac{NI}{2\pi r_2}$$

ஒரலகுநீளத்திற்கு சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $n = \frac{N}{2\pi r_2}$. எனவே Sபுள்ளியில் உள்ளகாந்தப்புலம்

$$B_s = \mu_o n I$$

லாரன்ஸ் விசை:

காந்தப்புலம் ஒன்றினுள் ஒய்வுநிலையிலுள்ள q மின்னூட்டம் கொண்டமின்துகள் ஒன்றைவைக்கும்போது அதன்மீது எந்தவிசையும் செயல்படுவதில்லை. அதேநேரத்தில் அம்மின்துகள் காந்தப்புலத்தில் இயங்கும்போது, ஒருவிசையை உணர்கிறது. இந்தவிசையின்றி கூலாம் விசையிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். இவ்விசைக்கு காந்தவிசை என்று பெயர். இதுபின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$F = q(v \times B)$$

பொதுவாக மின்துகளானது மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் இவ்விரண்டிலும் இயங்கும்போது உணரும் மொத்தவிசை $F = q(E + \dot{v} \times B)$ ஆகும். இதற்கு லாரன்ஸ் விசை என்று பெயர்.

காந்தப்புலத்தில் இயங்கும் மின்துகளொன்று உணரும் விசை:

\dot{B} காந்தப்புலத்தில், q மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகளானது, \dot{v} திசைவேகத்தில் இயங்கும் போது அது ஒருவிசையை உணர்கிறது. அவ்விசைக்கு லாரன்ஸ் விசை என்று பெயர். கவனமாக செய்யப்பட்ட சோதனைகளுக்குப் பின்பு காந்தப்புலத்தில் இயங்கும் மின்துகள் உணரும் விசையை லாரன்ஸ் கண்டறிந்தார்.

$$F_m = q(\dot{v} \times B)$$

எண் மதிப்பில், $F_m = qvB \sin \theta$
நாம் அறிந்துகொள்வது

1. F_m ஆனது காந்தப்புலம் B க்கு நேர்த்தகவு
2. F_m ஆனது திசைவேகம் \dot{v} க்கு நேர்த்தகவு
3. F_m ஆனது திசைவேகம் மற்றும் காந்தப்புலத்திற்கு இடைப்பட்ட கோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கு நேர்த்தகவு
4. F_m ஆனது மின்னூட்டத்தின் எண்மதிப்பிற்கு நேர்த்தகவு
5. F_m இன் திசை, \dot{v} மற்றும் B இன் திசைகளுக்கு எப்போதும் செங்குத்தாகவே இருக்கும். ஏனென்றால் F_m ஆனது \dot{v} மற்றும் B இன் குறுக்குப்பெருக்கல் மூலமாக வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது.
6. மற்ற காரணிகள் ஒன்றாக உள்ள நிலையில், உள்ளவாறு, எதிர்மின்துகள் உணரும் F_m இன் திசையானது, நேர்மின்துகள் உணரும் F_m இன் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் இருக்கும்.

7. மின்துகள் q வின் திசைவேகம் \dot{v} யானது காந்தப்புலம் B இன் திசையில் இருந்தால் F_m சுழியாகும்.

டெஸ்லா வரையறை:

ஒரலகு திசை வேகத்தில் காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக இயங்கும் ஒரலகு மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகளானது ஒரலகு விசையை உணர்ந்தால், அக்காந்தப்புலத்தின் வலிமை 1 டெஸ்லாவாகும்.

$$1T = \frac{1Ns}{Cm} = 1 \frac{N}{Am} = 1NA^{-1}m^{-1}$$

சீராககாந்தப்புலத்திலுள்ளமின்துகளின் இயக்கம்

m நிறையும், q மின்னூட்டமும் கொண்ட மின்துகளொன்று, காந்தப்புலம் B க்கு செங்குத்தாக, \dot{v} திசைவேகத்துடன் காந்தப்புலத்தினுள் நுழைகின்றது எனக் கருதுக. துகள் காந்தப்புலத்தினுள் நுழைந்த உடன், அத்துகளின் மீது, காந்தப்புலம் B மற்றும் திசைவேகம் \dot{v} இவற்றிற்கு செங்குத்தான திசையில் லாரன்ஸ் விசையானது செயல்படும்.

இதன் பயனாக மின்துகளானது வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருகிறது. இம் மின்துகளின் மீது செயல்படும் லாரன்ஸ் விசை

$$F = q(\dot{v} \times B)$$

இங்கு துகளின் மீது லாரன்ஸ் விசை மட்டுமே செயல்படுவதால், இதன் மீது செயல்படும் நிகர விசையின் எண்மதிப்பு

$$\sum_i F_i = F_m = qvB$$

இந்த லாரன்ஸ் விசை வட்டப்பாதையில் துகள் இயங்கத் தேவைப்படும் மையநோக்கு விசையை அளிக்கிறது. எனவே

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

வட்டப்பாதையின் ஆரம்

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB}$$

சைக்ளோட்ரான் அலைவு நேரம் என்று பெயர். அலைவு நேரத்தின் தலைகீழ் மதிப்பு அதிர்வெண் f எனப்படும். அதாவது

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{qB}{2\pi m}$$

கோண அதிர்வெண் ω வின் அடிப்படையில்

$$\omega = 2\pi f = \frac{q}{m} B$$

சைக்ளோட்ரான் அதிர்வெண் அல்லது சுழல் அதிர்வெண் என்று அழைக்கலாம்.

அலைவு நேரம் மற்றும் அதிர்வெண் இரண்டும் மின்னூட்ட நிறை தகவை (Charge to mass ratio - தன் மின்னூட்டம் அல்லது ஒரலகு நிறைக்கான மின்னூட்டம்) மட்டுமே சார்ந்துள்ளது.

மாறாக திசைவேகத்தையோ அல்லது வட்டப்பாதையின்

ஆரத்தையோ சார்ந்ததில்லை என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம்.

திசைவேகம், காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக இல்லாத நிலையில் மின்துகளொன்று சீரான காந்தப்புலத்தினுள் நுழையும்போது, துகளின் திசைவேகம் இரண்டு கூறுகளாக பிரியும். ஒன்று காந்தப்புலத்திற்கு இணையாகவும், மற்றொன்று காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாகவும் திசைவேகம் இரண்டு கூறுகளாக பிரியும். ஒன்று காந்தப்புலத்திற்கு இணையாகவும், மற்றொன்று காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாகவும் இருக்கும். காந்தப்புலத்திற்கு இணையாக உள்ள திசைவேகத்தின் கூறு எவ்வித மாற்றத்திற்கும் உட்படாது. ஆனால்

காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தான கூறு லாரன்ஸ் விசையினால் தொடர்ந்து மாற்றமடையும். எனவே மின்துகள் வட்டப்பாதையில் சுற்றாமல் காட்டியுள்ளவாறு காந்தப்புலக்கோடுகளைச் சுற்றி ஒருசுருள்வட்டப் பாதையில் (helical path) சுற்றும்.

இவ்விரண்டு ஐசோடோப்புகளின் நிறைகளின் வேறுபாடு மிகக் குறைவானதாக இருந்தாலும் இவ்வமைப்பு இக்குறைந்த நிறை வேறுபாட்டை அளந்தறியத்தக்க பிரிந்துள்ள தூரமாக மாற்றியுள்ளது. இவ்வமைப்பிற்கு நிறைமாலைமானி (mass spectrometer) என்று பெயர். நிறைமாலைமானி அறிவியலின் பல்வேறு பகுதிகளில் குறிப்பாக மருத்துவம், விண்வெளி அறிவியல், மண்ணியல் போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக மருத்துவத்தில் சுவாச வாயுக்களின் அளவை அளந்தறியவும், உயிரியலில் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியில் ஏற்படும் எதிர்வினை இயக்கத்தைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.

ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகச் செயல்படும் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலத்தில் மின்துகளின் இயக்கம் (திசைவேகத் தேர்ந்தெடுப்பான்):

திசைவேகத் தேர்ந்தெடுப்பானை விளக்குவதற்காக ஒரு செய்முறை ஆய்வு அமைப்பைக் கருதுவோம் மின்தேக்கியின் இணைத் தட்டுகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியில் சீரான மின்புலமும் (\vec{E}) அதற்கு செங்குத்தான திசையில் சீரான காந்தப் புலமும் (\vec{B}) நிறுவப்பட்டுள்ளன. மின்னூட்ட மதிப்பு q கொண்ட துகள் ஒன்று இடப்பக்கத்திலிருந்து \vec{v} திசை வேகத்துடன் இவ்வெளியில் நுழையும் போது அதன் மீது செலுத்தப்படும் நிகர விசை

$$F = q(E + \vec{v} \times \vec{B})$$

துகள் நேர்மின்துகளாக இருந்தால் அதன் மீது செயல்படும் மின்விசை கீழ்நோக்கிய திசையிலும், லாரன்ஸ் விசை மேல் நோக்கிய திசையிலும் செயல்படும். இவ்விரண்டு விசைகளும் ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்யும் போது

$$qE = qv_o B$$

$$\Rightarrow v_o = \frac{E}{B}$$

ஐசோடோப்புகளைப் பிரித்தெடுக்க திசைவேகத் தேர்ந்தெடுப்பானின் தத்துவம் பெயின்பிரிட்ஜ் நிறைமாலைமானியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் கருத்து பெயின்பிரிட்ஜ் நிறைமாலைமானியின் திட்ட வரைபடம்

இதன் கருத்து என்னவென்றால் கொடுக்கப்பட்ட எண் மதிப்புடைய மின்புலம் (\vec{E}) மற்றும் காந்தப்புலம்

(\vec{B}) யில் இயங்கும் குறிப்பிட்ட வேகம் கொண்ட ($v_o = \frac{E}{B}$) மின்துகளின் மீது மட்டும் இவ்விசைகள்

செயல்படுகின்றன என்பதாகும். இந்த வேகம் மின்துகளின் நிறையையோ, மின்னூட்ட அளவையோ சார்ந்ததல்ல.

எனவே முறையான மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்களை தேர்வு செய்வதன் மூலம் குறிப்பிட்ட வேகத்தில் செல்லும் மின்துகளை தேர்வு செய்ய இயலும். இது போன்ற புலங்களின் அமைப்பிற்கு திசைவேகத் தேர்ந்தெடுப்பான் என்று பெயர்.

சைக்ளோட்ரான்:

மின்துகள்களை முடுக்குவித்து, அவை பெறும் இயக்க ஆற்றலைப் பயன்படுத்த உதவும் கருவியே சைக்ளோட்ரான் ஆகும். இதனை உயர் ஆற்றல் முடுக்குவிப்பான் என்றும் அழைக்கலாம். இது லாரன்ஸ் மற்றும் லிவிங்ஸ்டன் என்பவர்களால் 1934 இல் உருவாக்கப்பட்டது.

தத்துவம்:

மின்துகள் காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும்போது, அது லாரன்ஸ் விசையை உணரும்.

கட்டமைப்பு:

சைக்ளோட்ரானின் திட்ட வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆங்கில எழுத்து 'D' வடிவில் உள்ள இரண்டு அரைவட்ட உலோகக் கொள்கலன்களுக்கு நடுவே மின்துகள்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த அரைவட்ட உலோகக் கொள்கலன்கள் D க்கள் (Dees) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த Dக்கள் வெற்றிட அரையினுள் பொரத்தப்பட்டுள்ளன. இப்பகுதி முழுவதும் மின்காந்தங்களினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சீரான காந்தப்புலத்தினால் சூழப்பட்டுள்ளது. Dக்களின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக காந்தப்புலத்தின் திசை உள்ளது. இரண்டு Dக்களும் ஒரு சிறிய இடைவெளியால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவ்வடைவெளியின் நடுவே முடுக்குவிக்க வேண்டிய மின்துகள்களை உமிழும் மூலம் S உள்ளது. உயர் அதிர்வெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டு மூலம் ஒன்றும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை:

அயனிமூலம் S, நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட அயனி ஒன்றை உமிழ்கிறது எனக் கருதுக. அயனி உமிழப்பட்ட அதே நேரத்தில் எதிர் மின்னழுத்தம் கொண்ட D யினால் அந்த அயனி முடுக்கப்படுகிறது. (D₁ என்க). இங்கு D க்களின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக காந்தப்புலம் செயல்படுவதால் அயனி வட்டப்பாதையை மேற்கொள்ளும். D₁ இல் அரை வட்டப்பாதையை அயனி நிறைவு செய்த உடன், Dக்களுக்கு நடுவே உள் இடைவெளியை அடையும் அந்நேரத்தில் Dக்களின் துருவம் (Polarity) மாற்றப்படும். (D க்களின் மின்னழுத்தம் மாற்றப்படும்). எனவே அயனி D₂ ஐ நோக்கி அதிக திசைவேகத்துடன் முடுக்கப்படும் இதனால் அயனி ஒரு வட்டப்பாதையை நிறைவு செய்யும். மின்துகள் q வட்டப்பாதை இயக்கத்தை மேற்கொள்ளத் தேவையான மையநோக்கு விசையை லாரான்ஸ் விசை கொடுக்கிறது.

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

$$\Rightarrow r = \frac{m}{qB} v$$

$$\Rightarrow r \propto v$$

திசைவேகத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பை அறியலாம். இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழும்போது மின்துகள் சுற்றும் சுருள் வட்டப்பாதையின் ஆரம் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். மின்துகளானது D க்களின் ஓரத்தை நெருங்கும்போது, விலக்கத்தகட்டின் (Deflection Plate) உதவியுடன் அதனை வெளியேற்றி இலக்கின் (T) மீது மோதச் செய்யலாம்.

சைக்ளோட்ரான் செயல்பாட்டின் மிக முக்கிய நிபந்தனை ஒத்திசைவு நிபந்தனையாகும். காந்தப்புலத்தில் சுழலும் நேர்மின் அயனியின் அதிர்வெண் f ஆனது, மாறாத அதிர்வெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டு மூலத்தின் அதிர்வெண்ணுக்குச் f_{அலையியற்றி} சமமாக இருக்கும் போது மட்டுமே ஒத்திசைவு நிபந்தனை பூர்த்தி அடைகிறது.

$$f_{\text{அலையியற்றி}} = \frac{qB}{2\pi m}$$

மின்துகளின் இயக்க ஆற்றல்

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m}$$

சைக்ளோட்ரானின் வரம்புகள்:

1. அயனியின் வேகம் வரம்புக்குட்பட்டது.
2. எலக்ட்ரானை முடுக்குவிக்க இயலாது
3. மின்னூட்டமற்ற துகள்களை முடுக்குவிக்க இயலாது.

டியூட்ரான்களை (ஒருபுரோட்டான் மற்றும் ஒருநியூட்ரான் கொண்டதொகுப்பு) முடுக்கமுடியும். ஏனெனில், இதன் மின்னூட்டம், ஒருபுரோட்டானின் மின்னூட்டத்திற்குச் சமமானதாகும். ஆனால் நியூட்ரானை (சுழிமின்னூட்டம் கொண்டதுகள்) சைக்ளோட்ரான் கொண்டுமுடுக்க இயலாது.

பெரிலியத்தை, டியூட்ரான் கொண்டுமோதச் செய்யும்போது உயர் ஆற்றலுடைய டியூட்ரான் கற்றை வெளியேறும். இந்த டியூட்ரான் கற்றையை புற்றுநோய் தாக்கப்பட்ட பகுதியில் செலுத்தும் போது அது புற்றுநோய் செல்லின் DNAவைத் தாக்கி அழிக்கும் இதற்கு வேக டியூட்ரான் புற்றுநோய் சிகிச்சை முறை (Fast - neutron cancer therapy) என்று பெயர்.

காந்தப்புலத்தில் உள்ளமின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியின் மீது செயல்படும் விசை:

மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தி ஒன்றை காந்தப்புலத்தில் வைக்கும் போது, கடத்தி உணரும் விசை, அக்கடத்தியில் உள்ள ஒவ்வொரு மின்துகளின் மீதும் செயல்படும் லாரன்ஸ் விசையின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும். I மின்னோட்டம் பாயும் A குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு கொண்ட dl நீளமுள்ள கம்பியின் (கடத்தியின்) சிறுபகுதி ஒன்றைக் கருதுக. மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியிலுள்ள கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மின்னோட்டத்தின் (I) திசைக்கு எதிராக நகர்கின்றன. எனவே மின்னோட்டம் I மற்றும் இழுப்பு திசைவேகம் v_a யின் எண்மதிப்பு இவற்றுக்கான தொடர்பு

$$I = neAv_a$$

மின்னோட்டம் பாயும் இந்த கடத்தியை காந்தப் புலத்தினுள் B வைக்கும் போது, கடத்தியிலுள்ள மின்துகள் உணரும் சராசரி விசை (இங்கு எலக்ட்ரான்)

$$\vec{f} = -e(v_a \times B)$$

n என்பதை ஒரேலகுப் பருமனுக்கான கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை எனக் கொண்டால்

$$n = \frac{N}{V}$$

இங்கு N என்பது $V = Adl$ பருமனுள்ள கடத்தியின் சிறுபகுதியில் உள்ள கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கையாகும்.

எனவே dl நீளமுள்ள கடத்தியின் சிறுபகுதியின் மீது செயல்படும் லாரன்ஸ் விசையானது அப்பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும் ($N = nAdl$) ஒரு எலக்ட்ரானின் மீது செயல்படும் லாரன்ஸ் விசையையும் பெருக்கினால் கிடைப்பதாகும்.

$$dF = -enAdl(\vec{v}_a \times \vec{B})$$

dl இன் நீளம், கம்பியின் நீளத்தின் திசையிலேயே உள்ளது. எனவே கடத்தியின் மின்னோட்டக்கூறு $Idl = -enAv_a dl$. எனவே கடத்தியின் மீது செயல்படும் விசை.

கடத்தியின் மீது செயல்படும் விசை

$$F = (Idl \times \vec{B})$$

சீரான காந்தப்புலத்தில் உள்ள l நீளமுள்ள I மின்னோட்டம் பாயும் நேர்க்கடத்தி உணரும் விசை

$$F_{\text{மொத்தம்}} = (Il \times \vec{B})$$

எண்மதிப்பில்

$$F_{\text{மொத்தம்}} = BIl \sin \theta$$

சிறப்பு நேர்வுகள்:

1. காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாக மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியை வைக்கும் போது, இவற்றுக்கிடையேயான கோணம் $\theta = 0^\circ$. எனவே மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தி உணரும் விசை சுழியாகும்.
2. காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு செங்குத்தாக மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியை வைக்கும் போது, இவற்றுக்கிடையேயான கோணம் $\theta = 90^\circ$ எனவே, மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தி பெரும விசையை உணரும் $F_{\text{மொத்தம்}} = BIl$

பிளெமிங்கின் இடதுகை விதி:

காந்தப்புலத்திலுள்ள மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தி ஒன்றின் மீது செயல்படும் விசையின் திசையை காட்டியுள்ள வாயுபிளெமிங்கின் இடதுகை விதியிலிருந்து (FLHR) அறியலாம்.

ஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தானதிசையில் உள்ளவாறு இடதுகையின் ஆள்காட்டிவிரல்,நடுவிரல் மற்றும் பெருவிரலைநீட்டிவைக்கும்போது,ஆள்காட்டிவிரல் காந்தப்புலத்தின் திசையையும்,நடுவிரல் மின்னோட்டத்தின் திசையையும் காட்டினால்,பெருவிரல் கடத்திஉணரும் விசையின் திசையைக் காட்டும்.

நீண்ட இணையானமின்னோட்டம் பாயும் ஒருகடத்திகளுக்கிடையேஏற்படும் விசை

நீண்ட இணையானமின்னோட்டம் பாயும் இரண்டுகடத்திகள் r இடைவெளியில் காற்றில் பிரித்துவைக்கப்பட்டுள்ளன. கடத்திகள் A மற்றும் B யின் வழியேஒரேதிசையில் பாயும் மின்னோட்டங்கள் I_1 மற்றும் I_2 என்க. (அதாவது-அச்சதிசையில்) A கடத்தியில் பாயும் I_1 மின்னோட்டத்தினால் r தொலைவில் ஏற்படும் நிகரகாந்தப்புலம்

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} (-\hat{i}) = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \hat{i}$$

வலதுகைபெருவிரல் விதியிலிருந்து,காந்தப்புலத்தின் திசைதாளின் தளத்திற்குசெங்குத்தாகவும் உள்ளோக்கிச் செயல்படும் வகையிலும் காணப்படும் (அம்புக்குறிதாளுக்குள்ளேசெல்லும் வகையில் \otimes). அதாவதுஎதிர்க்குறி \hat{i} திசையில்)

கடத்திBயில் dl நீளமுள்ளசிறு கூறு கூடு ஒன்றைக் கருதுக. அச்சிறு கூடு \vec{B}_1 காந்தப்புலத்தில் உள்ளதுஎன்க. Bகடத்தியின் dl நீளமுள்ளசிறு கூறின்மீதுசெயல்படும் லாரன்ஸ் விசை

$$\begin{aligned} d\vec{F} &= (I_2 d\vec{l} \times \vec{B}_1) = -I_2 dl \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} (k \times \hat{i}) \\ &= -\frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi r} \hat{j} \end{aligned}$$

எனவேBகடத்தியிலுள்ள dl நீளசிறு கூறு மீதுசெயல்படும் விசையின் திசைAகடத்தியைநோக்கிகாணப்படும். எனவே dl நீளமுள்ளசிறுகூறுகடத்திA வை நோக்கிநீர்க்கப்படும். Aகடத்தியினால்,Bகடத்தியின் ஓரலகுநீளத்தில் செயல்படும் விசை.

$$\frac{\vec{F}}{l} = -\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \hat{j}$$

இதேபோன்று, I_2 மின்னோட்டம்பாயும் Bகடத்தியினால் r தொலைவிலுள்ளAகடத்தியின் dl நீளமுள்ளசிறு கூறினைச் சுற்றிஉருவானகாந்தப்புலத்தின் (\vec{B}_2) மதிப்பைக் காணலாம்.

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} \hat{i}$$

வலதுகைபெருவிரல் விதியிலிருந்து,காந்தப்புலத்தின் திசைதாளின் தளத்திற்குசெங்குத்தாகவும் வெளிநோக்கிச் செயல்படும் வகையிலும் காணப்படும் (அம்புக்குறிதாளிலிருந்துவெளியேறிசெல்லும் வகையில் \odot) அதாவதுநேர்க்குறி \hat{i} திசையில்.

எனவேகடத்திAயில் உள்ள dl நீளசிறு கூறின் மீதுசெயல்படும் காந்தவிசை

$$\begin{aligned} d\vec{F} &= (I_1 d\vec{l} \times \vec{B}_2) = I_1 dl \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} (k \times \hat{i}) \\ &= \frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi r} \hat{j} \end{aligned}$$

எனவே A கடத்தியிலுள்ள d நீள சிறு கூறு மீது செயல்படும் விசையின் திசை B கடத்தியை நோக்கிக் காணப்படும். எனவே d நீள முள்ள சிறு கூறு B கடத்தியை நோக்கி ஈர்க்கப்படும்

B கடத்தியினால், A கடத்தியின் ஓரலகு நீளத்தில் செயல்படும் விசை

$$\frac{\vec{F}}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \hat{j}$$

இரு இணைகடத்திகளின் வழியே ஒரே திசையில் மின்னோட்டம் பாயும் போது அவற்றுக்கிடையே ஈர்ப்பு விசை தோன்றும்

இரு இணைகடத்திகளின் வழியே, எதிரெதிர் திசைகளில் மின்னோட்டம் பாயும் போது அவற்றுக்கிடையே விலக்கு விசை தோன்றும்.

ஆம்பியர் வரையறை

வெற்றிடத்தில் ஒரு மீட்டர் இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள முடிவிலா நீளம் கொண்ட இரு இணைகடத்திகள் ஒவ்வொன்றின் வழியாகவும் பாயும் மின்னோட்டத்தினால், ஒவ்வொரு கடத்தியும் ஓரலகு நீளத்திற்கு $2 \times 10^{-7} N$ விசையை உணர்ந்தால் ஒவ்வொரு கடத்தியின் வழியாகவும் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு ஒரு ஆம்பியராகும்.

மின்னோட்டச் சுற்றின் மீது செயல்படும் திருப்புவிசை

காந்தப்புலத்திலுள்ள மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியின் மீது செயல்படும் விசை விசைப்பொறி (motor) ஒன்றின் செயல்பாட்டிற்கு அடிப்படையாக அமைகிறது.

காந்தப்புலத்திலுள்ள மின்னோட்டச் சுற்றின் மீது செயல்படும் திருப்புவிசை

சீரான காந்தப்புலம் \vec{B} ல் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்னோட்டம் I பாயும் செவ்வகச் சுருள் PQRS - ஐக் கருதுக. சுருளின் நீளம் மற்றும் அகலம் முறையே a மற்றும் b என்க. சுருளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவரையப்பட்ட ஓரலகு வெக்டர் \hat{n} காந்தப்புலத்திற்கு θ கோணத்தில் உள்ளது.

மின்னோட்டம் தாங்கிய பகுதி PQ ன் மீது செயல்படும் விசையின் எண்மதிப்பு $F_{PQ} = IaB \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = IaB$.

இது மேல்நோக்கிய திசையில் செயல்படுகிறது என்பதை வலக்கைத் திருகுவிதியைப் பயன்படுத்தி அறியலாம்.

$$\text{பகுதி QR மீது செயல்படும் விசையின் எண்மதிப்பு } F_{QR} = IbB \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = IbB \cos \theta$$

$$\text{பகுதி RS மீது செயல்படும் விசையின் எண்மதிப்பு } F_{RS} = IaB \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = IaB \text{ . இவ்விசைகீழ்}$$

நோக்கிய திசையில் செயல்படுகிறது.

$$\text{பகுதி SP மீது செயல்படும் விசையின் எண்மதிப்பு } F_{SP} = IbB \sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) = IbB \cos \theta$$

F_{QR} மற்றும் F_{SP} ஆகிய இவ்விருவிசைகள் சமமாகவும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் அமைந்து ஒரே நேர்க்கோட்டிலும் செயல்படுவதால் அவை ஒன்றையொன்று சமன் செய்து விடுகின்றன. ஆனால், F_{PQ} மற்றும் F_{RS} ஆகிய இவ்விருவிசைகள் சமமாகவும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் இருந்தாலும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் செயல்படாததால், அவை இரட்டையை உருவாக்கி வளையத்தின் மீது ஒரு திருப்புவிசையை செலுத்துகின்றன.

அச்ச AB ஐப் பொறுத்து பகுதி PQ ன் மீது செயல்படும் திருப்புவிசையின் எண்மதிப்பு

$$\tau_{PQ} = \left(\frac{b}{2} \sin \theta\right) IaB$$

இதுதிசையில் செயல்படுகின்றது. அச்ச ஐப் பொறுத்துபகுதி ன் மீதுசெயல்படும் திருப்புவிசையின் எண்மதிப்பு $\tau_{RS} = \left(\frac{b}{2} \sin \theta\right) IaB$

மேலும் இதுவும் ABன் திசையிலேயேசெயல்படுகின்றது.

அச்சABஐப் பொறுத்துவளையத்தின் மீதுசெயல்படும் மொத்ததிருப்புவிசை

$$\tau = \left(\frac{b}{2} \sin \theta\right) F_{PQ} + \left(\frac{b}{2} \sin \theta\right) F_{RS}$$

$$= Ia(b \sin \theta) B$$

$$= IAB \sin \theta$$

இதுABன் திசையில் செயல்படுகிறது.

வெக்டர் வடிவில்,

$$\vec{\tau} = (I\vec{A}) \times \vec{B}$$

மேலேயுள்ளசமன்பாட்டினைகாந்த இருமுனைதிருப்புத்திறனின் அடிப்படையில் எழுதினால்,

$$\vec{\tau} = \vec{P}_m \times \vec{B} \text{ இங்கு } \vec{P}_m = I\vec{A}$$

இத்திருப்புவிசைவளையத்தைசுழலச் செய்துஅதன் ஓரலகுசெங்குத்துவெக்டரைகாந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமைக்கும் விதத்தில் செயல்படுகின்றனது

செவ்வகவளையத்தில் சுற்றுக்கள் இருப்பின், திருப்புவிசை

$$\tau = NIAB \sin \theta$$

சிறப்புநேர்வுகள் :

$\theta = 90^\circ$ அல்லதுவளையத்தின் தளம் காந்தப்புலத்திற்கு இணையாகஉள்ளபோது, மின்னோட்டவளையத்தின் மீதானதிருப்புவிசைபெரும் ஆகும்.

$$\tau_{max} = IAB$$

(ஆ) $\theta = 0^\circ / 180^\circ$ அல்லதுவளையத்தின் தளம் காந்தப்புலத்திற்குசெங்குத்தாகஉள்ளபோது மின்னோட்டவளையத்தின் மீதானதிருப்புவிசைசுழியாகும்.

இயங்கு சுருள் கால்வனோமீட்டர்

ஒருமின்சுற்றின் வழியேபாயும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டறியப் பயன்படும் ஒருகருவி, இயங்குசுருள் கால்வனோமீட்டராகும்.

தத்துவம்

மின்னோட்டம் பாயும் வளையம் ஒன்றைசீரானகாந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போதுஅதுஒருதிருப்புவிசையைஉணரும்.

அமைப்பு

இயங்கு சுருள் கால்வனோமீட்டரில், மெல்லியகாப்பிடப்பட்டதாமிரக் கம்பியால் சுற்றப்பட்டசெவ்வக வடிவ கம்பிச்சுருள் PQRS ஒன்றுஉள்ளது. அதிகசுற்றுக்களைஉடைய இக்கம்பிச்சுருள் இலேசானஉலோகச் சட்டத்தின் மீதுநெருக்கமாகசுற்றப்பட்டுள்ளது. உருளைவடிவதேனிரும்புஉள்ளகம் ஒன்றுகம்பிச்சுருளின் உள்ளேசமச்சீராகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்தசெவ்வகவடிவகம்பிச்சுருள் குதிரைலாடகாந்தத்தின் இரண்டுமுனைகளுக்கும் நடுவேதடையின்றிதொங்கவிடப்பட்டுள்ளது.

செவ்வகக் கம்பிச்சுருளின் மேல்முனைபாஸ்பர் வெண்கல இழையினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதேபோன்றுகம்பிச்சுருளின் கீழ்முனைபாஸ்பர் வெண்கலத்தால் செய்யப்பட்ட இழைச் சுருள் வில்லுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மெல்லியதொங்கு இழையில் சிறியசமதள ஆடி ஒன்றுபொருத்தப்பட்டுள்ளது. விளக்குமற்றும் அளவுகோல் அமைப்பின் உதவியுடன் இந்தசமதளஆடியைப் பயன்படுத்திகம்பிச்சுருளில் ஏற்படும் விலகலைஅளவிடலாம். அதன் மறுமுனைஒருதிருகுமுனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருள் வழியேமின்னோட்டத்தைச் செலுத்தமெல்லியகம்பி இழை மற்றும் இழைச்சுருள்வில் S ஆகியவைமின்முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

வேலைசெய்யும் முறை

lநீலமும் b அகலமும் கொண்டPQRS செவ்வககம்பிச்சுருளின் ஒரேஒருசுற்றைமட்டும் கருதுவோம். PQ = RS = lமற்றும் QR = SP = b . I என்றமின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் PQRS வழியேகுதிரைலாட வடிவ காந்தத்தில் அரைக்கோளகாந்தமுனைகள் உள்ளன. இவை ஓர் ஆரவகைகாந்தப்புலத்தைத் (Radial magnetic field)தோற்றுவிக்கும். இந்தஆரவகைகாந்தப்புலத்தினால் QR மற்றும்SPபக்கங்கள் எப்போதும் காந்தப்புலத்திற்குB இணையாக இருக்கும். மேலும் எவ்விதவிசையையும் உணராது. PQமற்றும் RS பக்கங்கள் எப்பொழுதும் காந்தப்புலத்திற்குB செங்குத்தாக இருப்பதால் விசையைஉணரும். இக்காரணத்தினால் திருப்புவிசைஏற்படும்.

கம்பிச்சுருளின் ஒருசுற்றுக்கு,விலகு இரட்டை

$$\tau = bF = bBIl = (lb) BI = ABI$$

இங்குகம்பிச்சுருளின் பரப்புA = lb. எனவேN சுற்றுகள் கொண்டகம்பிச்சுருளுக்குநாம் பெறுவது

$$\tau = NABI$$

இந்தவிலகுதிருப்புவிசையினால் கம்பிச்சுருள் முறுக்கப்பட்டு,கம்பியில் ஓர் மீட்சிதிருப்புவிசை(restoring torque) (மீட்சி இரட்டைஎன்றும் அழைக்கலாம் உருவாகும். எனவேமீட்சி இரட்டையின் எண்மதிப்பு,முறுக்குக் கோணம் θ விற்குநேர்த்தகவில் இருக்கும்.

$$\text{எனவே } \tau = K\theta$$

இங்குK என்பதுஒரலகுமுறுக்கத்திற்கானமீட்சி இரட்டைஅல்லதுசுருள்வில்லின் முறுக்குமாறிலிஆகும்.

சமநிலையில்,விலகு இரட்டைமீட்சி இரட்டைக்குச் சமமாகும். எனவே,

$$NABI = K\theta$$

$$\Rightarrow I = \frac{K}{NAB} \theta \text{ (அல்லது) } I = G\theta$$

$$\text{இங்கு } G = \frac{K}{NAB} \text{ என்பதுகால்வனோமீட்டர் மாறிலிஅல்லதுகால்வனோமீட்டரின் மின்னோட்டசுருக்கத்}$$

கூற்றெண் எனப்படும்.

தொங்கவிடப்பட்ட இயங்கு சுருள் கால்வனோமீட்டர் மிகவும் உணர்திறன் (Sensitivity) வாய்ந்ததாகும். மிக்ககவனத்துடன் இதனைக் கையாளவேண்டும். நாம் பயன்படுத்தும் பெரும்பான்மையானகால்வனோமீட்டர்கள் குறிமுள் வகைகால்வனோமீட்டர்களாகும்.

கால்வனோமீட்டரின் தகுதியொப்பெண்

கால்வனோமீட்டர் அளவுகோலின் ஒருபிரிவுக்கானவிலகலைஏற்படுத்தும் மின்னோட்டத்தின் அளவே,கால்வனோமீட்டரின் தகுதியொப்பெண் எனவரையறுக்கப்படுகிறது.

கால்வனோமீட்டரின் உணர்திறன்

ஒருகால்வனோமீட்டர் வழியேசெலுத்தப்படும் மிகக்குறைந்தமின்னோட்டத்திற்குஅல்லதுஅதன் முனைகளுக்கிடையஅளிக்கப்படும் மிகக்குறைந்தமின்முத்தவேறுபாட்டிற்கு,மிகஅதிகஅளவுவிலக்கத்தை ஏற்படுத்தினால்,அந்தகால்வனோமீட்டரைஉணர்திறன் வாய்ந்ததுஎனக் கூறலாம்.

மின்னோட்ட உணர்திறன்

கால்வனோமீட்டர் வழியேபாயும் ஓரலகுமின்னோட்டத்திற்கு ஏற்படும் விலகலே அதன் மின்னோட்ட உணர்திறன் எனப்படும்.

$$I_s = \frac{Q}{I} = \frac{NAB}{K} \Rightarrow I_s = \frac{1}{G}$$

கால்வனோமீட்டரின் மின்னோட்ட உணர்திறனை பின்வரும் வழிமுறைகளில் அதிகரிக்கலாம்.

- (1) சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதனால் (N)
- (2) காந்தப்புலம் B யை அதிகரிப்பதனால்
- (3) கம்பிச் சருளின் பரப்பு A யை அதிகரிப்பதனால்
- (4) கம்பிச் சருளைத் தொங்கவிடப் பயன்படும்

இழையின் ஓரலகு முறுக்கத்திற்கான இரட்டையை K குறைப்பதன் மூலம் மின்னோட்ட உணர்திறனை அதிகரிக்கலாம்.

இங்கு பாஸ்பர் வெண்கல இழை கம்பிச் சருளை தொங்கவிடப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில் இதன் ஓரலகு முறுக்கத்திற்கான இரட்டையின் மதிப்பு மிகக் குறைவானதாகும்.

மின்னழுத்த வேறுபாட்டு உணர்திறன்

கால்வனோமீட்டரின் முனைகளுக்கிடையே அளிக்கப்படும் ஓரலகு மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கான விலகலே, அதன் மின்னழுத்த வேறுபாட்டு உணர்திறன் எனப்படும்.

$$V_s = \frac{\theta}{V}$$

$$V_s = \frac{\theta}{IR_g} = \frac{NAB}{KR_g} \Rightarrow V_s = \frac{1}{GR_g} = \frac{I_s}{R_g}$$

இங்கு R_g என்பது கால்வனோமீட்டரின் மின்தடையாகும்.

ஒரு கால்வனோமீட்டரை அம்மீட்டர் மற்றும் வோல்ட் மீட்டராக மாற்றுதல்

மின்னோட்டத்தைக் கண்டறியும் கால்வனோமீட்டர் ஓர் உணர்திறன் வாய்ந்த கருவியாகும். இதனை எளிமையாக அம்மீட்டர் (Ammeter) மற்றும் வோல்ட் மீட்டராக (Voltmeter) மாற்றலாம்.

கால்வனோமீட்டரை அம்மீட்டராக மாற்றுதல்

மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை அளக்கக் கப்பயன்பம் கருவியே அம்மீட்டராகும். அம்மீட்டர் மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு மிகக் குறைந்த மின்தடையையே கொடுப்பதால் இது மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை தடுக்காது. எனவே மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை அளக்க, அம்மீட்டரை மின்சுற்றில் தொடரிணைப்பில் இணைக்க வேண்டும்.

கால்வனோமீட்டரை அம்மீட்டராக மாற்ற, அந்த கால்வனோமீட்டருடன் குறைந்த மின்தடை ஒன்றை பக்க இணைப்பில் இணைக்க வேண்டும்.

இக்குறைந்த மின்தடைக்கு இணைதட மின்தடை (Shunt resistance) S என்று பெயர். கால்வனோமீட்டரின் அளவுகோல் இப்போது ஆம்பியரில் குறிக்கப்பட்டு, அம்மீட்டரின் நெடுக்கம் இணைதட மின்தடையின் மதிப்பைப் பொறுத்து அமைகிறது.

மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் I என்க. இம் மின்னோட்டம் A சந்தியை அடையும் போது இரு கூறுகளாகப் பிரிகிறது. AGE என்ற பாதை வழியே R_g மின்தடை கொண்ட கால்வனோமீட்டர் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தை I_g என்க. இணைதட மின்தடை S வழியே ACDE பாதை வழியே பாயும் மின்னோட்டம் (I - I_g) என்க. இணைதட மின்தடையை சரிசெய்து முழு அளவுகோல் விலக்கத்தைக் காட்டும் வகையில் கால்வனோமீட்டர் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தைச் I_g சரிசெய்ய வேண்டும். கால்வனோமீட்டருக்குக்

குறுக்கே உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாடும், இணைதடமின்தடைக்குக் குறுக்கே உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாடும் ஒன்றுக்கொன்றுசமமாகும்.

$$V_{\text{கால்வனோமீட்டர்}} = V_{\text{இணைதடம்}}$$

$$\Rightarrow I_g R_g = (I - I_g) S$$

$$S = \frac{I_g}{(I - I_g)} R_g \quad (\text{அல்லது})$$

$$I_g = \frac{S}{S + R_g} I \Rightarrow I_g \propto I$$

எனவேகால்வனோமீட்டரில் ஏற்படும் விலக்கம், அதன் வழியேபாயும் மின்னோட்டத்திற்குநேர்த்தகவில் இருக்கும்.

$$\theta = \frac{1}{G} I_g \Rightarrow \theta \propto I_g \Rightarrow \theta \propto I$$

எனவேகால்வனோமீட்டரில் ஏற்படும் விலக்கம், மின்சுற்றின் வழியேபாயும் மின்னோட்டத்தை அளக்கும் (அம்மீட்டர்) கருவியாகசெயல்படும்

இணைதடமின்தடைகால்வனோமீட்டருக்குபக்க இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே, தொகுபயன் மின்தடையைகணக்கிடுவதன் மூலம் அம்மீட்டரின் மின்தடையைக் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{1}{R_{\text{நிகர}}} = \frac{1}{R_g} + \frac{1}{S} \Rightarrow R_{\text{நிகர}} = \frac{R_g S}{R_g + S}$$

இங்கு இணைத்திடத்தின் மின்தடைமதிப்புமிகக்குறைவு. எனவே, S/R_g இன் விகிதமும் குறைவாகவே இருக்கும். இதன்பொருள் R_a மதிப்பும் குறைவுஎன்பதாகும். அதாவது அம்மீட்டர் மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கும் குறைவானமின்தடையேஅளிக்கும். எனவே மின்சுற்றில் அம்மீட்டரைதொடராக இணைக்கும்போதுசுற்றின் மின்தடைமற்றும் மின்னோட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்கமாற்றம் எதையும் ஏற்படுத்தாது. ஒருநல்லியல்புஅம்மீட்டரின் மின்தடைசுழியாகும். ஆனால் நடைமுறையில் அம்மீட்டர் காட்டும் மின்னோட்டத்தின் அளவு, மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவைவிடசற்றுக் குறைவாகவே இருக்கும். $I_{\text{நல்லியல்பு}}$ என்பது நல்லியல்பு அம்மீட்டர் அளக்கும் மின்னோட்டம் எனவும் $I_{\text{இயல்பு}}$ என்பது அம்மீட்டர் அளக்கும் மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் எனவும் கொண்டால்

$$\frac{\Delta I}{I} \times 100\% = \frac{I_{\text{நல்லியல்பு}} - I_{\text{இயல்பு}}}{I_{\text{நல்லியல்பு}}} \times 100\%$$

முக்கியக் குறிப்புகள்

1. அம்மீட்டர் குறைந்தமின்தடைகொண்ட ஒரு கருவியாகும். இதனை எப்போதும் மின்சுற்றில் தொடராகவே இணைக்கவேண்டும்.
2. ஓர் நல்லியல்பு அம்மீட்டர் சுழிமின்தடையைப் பெற்றிருக்கும்.
3. அம்மீட்டரின் நெடுக்கத்தை மடங்கு, அதிகரிக்க, பக்க இணைப்பில் இணைக்கவேண்டிய இணைதடமின்தடையின் மதிப்பு

$$S = \frac{R_g}{n-1}$$

கால்வனோமீட்டரைவோல்ட்மீட்டராகமாற்றுதல்

மின்சுற்றில் ஏதேனும் இரண்டுள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாட்டை அளவீடுசெய்யப் பயன்படும் கருவியேவோல்ட்மீட்டராகும். வோல்ட்மீட்டர் மின்சுற்றிலிருந்து எவ்விதமான மின்னோட்டத்தையும் பெறாது. அவ்வாறு மின்னோட்டத்தைப் பெற்றால் வோல்ட்மீட்டர் அளவிடும் மின்னழுத்தத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டுவிடும்.

வால்ட்மீட்டர் உயர்ந்தமின்தடையைப் பெற்றிருக்கும் இணைக்கும்போது, குறிப்பிடத்தக்கமின்னோட்டம் எதையும் மின்சுற்றிலிருந்துபெறாது. எனவே இது உண்மையானமின்னழுத்தவேறுபாட்டையேகாட்டும்.

ஒருகால்வனோமீட்டரைவோல்ட்மீட்டராகமாற்ற, கால்வனோமீட்டருடன் தொடரிணைப்பாக உயர் மின்தடைஒன்றை இணைக்கவேண்டும். கால்வனோமீட்டரின் அளவீடுகள் இப்போதுவோல்ட்டில் குறிக்கப்பட்டு, வோல்ட்மீட்டரின் நெடுக்கம் உயர் மின்தடையைச் சார்ந்து அமைகிறது. அதாவது மின்னோட்டம் I_g கால்வனோமீட்டரின் அளவுகோலில் முழு விலக்கத்தைக்காட்டும் வகையில், உயர் மின்தடையின் மதிப்பு சரிசெய்யப்படுகிறது.

கால்வனோமீட்டரின் R_g மின்தடை மற்றும் கால்வனோமீட்டரில் முழு விலக்கத்திற்கான மின்னோட்டம் I_g என்க. இங்கு உயர் மின்தடையுடன் கால்வனோமீட்டர் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டமும், கால்வனோமீட்டர் வழியாக பாயும் மின்னோட்டமும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகும்.

அதாவது

$$I = I_g$$

$$I = I_g \Rightarrow I_g = \frac{\text{மின்னழுத்த வேறுபாடு}}{\text{மொத்த மின்தடை}}$$

கால்வனோமீட்டரும், உயர் மின்தடையும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், மொத்தமின்தடை அல்லது தொகுப்பின் மின்தடை வோல்ட்மீட்டரின் மின்தடையைக் கொடுக்கும். வோல்ட்மீட்டரின் மின்தடை $R_v = R_g + R_h$ ஆகும் எனவே,

$$I_g = \frac{V}{R_g + R_h}$$

$$\Rightarrow R_h = \frac{V}{I_g} - R_g$$

இங்கு $I_g \propto V$ என்பதை கவனிக்கவும்

கால்வனோமீட்டரில் ஏற்படும் விலக்கம் மின்னோட்டம் I_g க்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும். ஆனால் மின்னோட்டம் I_g மின்னழுத்தவேறுபாட்டிற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளதால் கால்வனோமீட்டரில் ஏற்படும் விலக்கம் மின்னழுத்தவேறுபாட்டிற்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும். வோல்ட்மீட்டரின் மின்தடை மிக அதிகம். எனவே மிகக்குறைந்த மின்னோட்டத்தையே மின்சுற்றிலிருந்து வோல்ட்மீட்டர் பெறும். ஒரு நல்லியல்பு வோல்ட்மீட்டர் முடிவிலா மின்தடையைப் (Infinite resistance) பெற்றிருக்கும்.

முக்கியக் குறிப்புகள்

1. வோல்ட்மீட்டரின் மின்தடை மிக அதிகம் என்பதால், மின்சுற்றில் எந்த பகுதியின் மின்னழுத்தவேறுபாட்டைக் கண்டறிய வேண்டுமோ அதற்குப் பக்க இணைப்பாக வோல்ட்மீட்டரை இணைக்கவேண்டும்.
2. ஒரு நல்லியல்பு வோல்ட் மீட்டர் முடிவிலா மின்தடையைப் பெற்றிருக்கும்.
3. வோல்ட்மீட்டரின் நெடுக்கத்தை n மடங்கு உயர்த்த, கால்வனோமீட்டருடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டிய மின்தடையின் மதிப்பு $R_h = (n-1)R_g$ ஆகும்.

அலகு 4 மின்காந்தத்தூண்டலும் மாறுதிசை மின்னோட்டமும்

மின்காந்தத் தூண்டல் (ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

அறிமுகம்:

ஒரு கடத்தியின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும் போது, அது கடத்தியைச் சுற்றி ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது என்பதை முந்தைய பாடப்பகுதியில் கற்றோம். இது கிறிஸ்டியன் ஓயர்ஸ்டட் என்பவரால் கண்டறியப்பட்டது. பின்னர் மின்னோட்டம்-தாங்கிய சுற்று ஒன்று, சட்டக்காந்தத்தைப் போல செயல்படுகிறது என ஆம்பியர் நிரூபித்தார். இவை மின்னோட்டத்தால் உருவாக்கப்பட்டது காந்த விளைவுகள் ஆகும்.

இயற்பியலாளர்கள் மறுதலை விளைவை யோசிக்கத் தொடங்கினர். அதாவது காந்தப்புலத்தின் உதவியுடன் மின்னோட்டத்தை உருவாக்க முடியுமா? மறுதலை விளைவை நிறுவ தொடர்ச்சியாக பல சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. இந்தச் சோதனைகள் இங்கிலாந்தின் மைக்கேல் பாரடே மற்றும் அமெரிக்காவின் ஜோசப் ஹென்றி ஆகியோரால் ஒரே காலகட்டத்தில் தனித்தனியாக மேற்கொள்ளப்பட்டன. இந்த முயற்சிகள் வெற்றியடைந்து மின்காந்தத் தூண்டல் என்ற நிகழ்வு கண்டறியப்பட்டது. 1831இல் மின்காந்தத் தூண்டலைக் கண்டுபிடித்தவர் என்ற பாராட்டை மைக்கேல் பாரடே பெற்றார்.

இந்த பாடப்பகுதியில் பாரடேயின் சில சோதனைகள், அதன் முடிவுகள் மற்றும் மின்காந்தத் தூண்டல் நிகழ்வு ஆகியவற்றைக் காண்போம். அதற்கு முன் ஒரு மேற்பரப்புடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் பற்றி நினைவு படுத்துவோம்.

ஒரு நிகழ்வு

மைக்கேல் பாரடே அவருடைய விரிவுரைகளுக்காகவும் மிகவும் பிரபலமாக இருந்தார். ஒரு விரிவுரையில் மின்காந்தத் தூண்டலை கண்டுபிடிப்பதற்கு வழிவகுத்த அவரது சோதனைகளைப் பற்றி செயல் விளக்கமளித்தார்.

விரிவுரையின் இறுதியில் பார்வையாளர்களில் ஒருவர் பாரடேவை அணுகி, “பாரடே அவர்களே, காந்தம் மற்றும் கம்பிச்சுருளின் செயல்பாடு ஆர்வமுட்டுவதாக இருந்தது. ஆனால் அதன் பயன் என்ன?” என்று வினவினார். பாரடே சாந்தமாக பதிலளித்தார், “ஐயா, புதிதாய் பிறந்த ஒரு குழந்தையின் பயன் என்ன?”

குறிப்பு: தற்போது பெரியவராக வளர்ந்து, ஆற்றல் தேவைகளை பூர்த்தி செய்யும் அந்த சிறிய குழந்தையின் பெருமையை விரைவில் காணலாம்.

காந்தப்பாயம் (Φ_B) (magnetic flux)

ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பு யு உடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் என்பது அந்தப் பரப்பின் வழியே செங்குத்தாக கடந்த செல்லும் காந்தப்புலக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை என வரையறுக்கப்படுகிறது. மேலும் அதற்கான சமன்பாடு பின்வருமாறு.

$$\Phi_B = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA \cos \theta$$

இங்கு தொகையீடானது பரப்பு A இன் மேல் எடுக்கப்பட்டுள்ளது. θ என்பது காந்தப்புலத்தின் திசைக்கும், பரப்பின் வெளிநோக்கிய செங்குத்துக்கும் இடையே உள்ள கோணமாகும்.



காந்தப்பாயம்

படத்தில் கால்ட்டியுள்ளவாறுகாந்தப்புலம் B ஆனதுபரப்பு A இன் மீதுசீராகவும் மற்றும் பரப்பிற்கு செங்குத்தாகவும் இருந்தால், மேற்கண்ட சமன்பாடானது

$$\Phi_B = BA$$

$$\text{ஏனெனில் } \theta = 0, \cos 0 = 1$$

காந்தப்பாயத்தின் SI அலகு Tm^2 . இது வெபர் அல்லது Wb எனவும் அளவிடப்படுகிறது.

$$1Wb = 1 Tm^2$$

எடுத்துக்காட்டு:

3 பரப்பு கொண்ட வட்ட விண்ணலைக்கம்பி (circular Antenna) ஒன்று மதுரையில் உள்ள ஒரு இடத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ளது. விண்ணலைக் கம்பியின் பரப்பின் தளம் புவிகாந்தப்புலத் திசைக்கு 47° சாய்வாக உள்ளது. அந்த இடத்தில் புவிகாந்தப்புலத்தின் மதிப்பு 40773.9 nT எனில், விண்ணலைக் கம்பியுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தை கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$B = 40773.9 \text{ nT}; \theta = 90^\circ - 47^\circ = 43^\circ;$$

$$A = 3m^2$$

நாம் அறிந்துவகையில் $\Phi_B = BA \cos \theta$

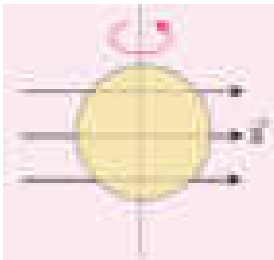
$$= 40,773.9 \times 10^{-9} \times 3 \times \cos 43^\circ$$

$$= 89.47 \times 10^{-6} Wb$$

$$\Phi_B = 89.47 \mu Wb$$

எடுத்துக்காட்டு

5×10^{-2} பரப்புள்ள ஒருவட்டவடிவச் சுற்று, $0.2T$ சீரான காந்தப்புலத்தில் சுழல்கிறது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சுற்றானது காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ள அதன் விட்டத்தைப் பொருத்து சுழன்றால், சுற்றின் தளமானது (i) புலத்திற்கு செங்குத்தாக (ii) புலத்திற்கு 60° சாய்வாக மற்றும் (iii) புலத்திற்கு இணையாக உள்ளபோது சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தைக் கணக்கிடுக.



தீர்வு:

$$A = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2 ; B = 0.2 \text{ T}$$

(i) $\theta = 0;$

$$\Phi_B = BA \cos \theta = 0.2 \times 5 \times 10^{-2} \times \cos 0^\circ$$

$$\Phi_B = 1 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

(ii) $\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ;$

$$\Phi_B = BA \cos \theta = 0.2 \times 5 \times 10^{-2} \times \cos 30^\circ$$

$$\Phi_B = 1 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 8.66 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

(iii) $\theta = 90^\circ;$

$$\Phi_B = BA \cos 90^\circ = 0$$

பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் சோதனைகள்:

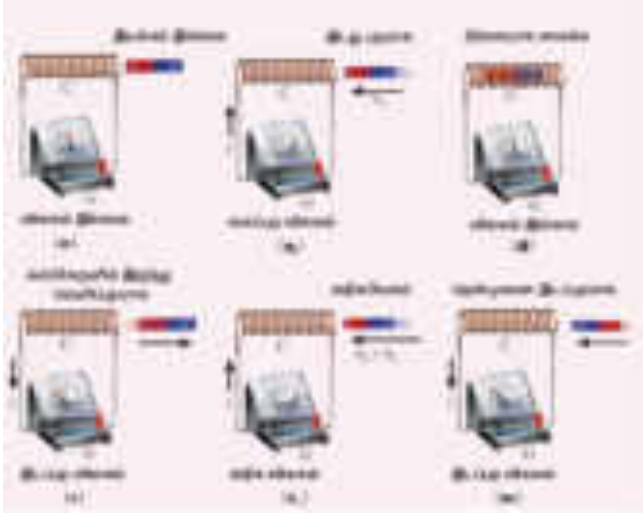
முதல் சோதனை:

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு காப்பிடப்பட்ட கம்பிச்சுருள் ஊ மற்றும் கால்வனாமீட்டர் பூ ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ள மூடிய சுற்று ஒன்றைக் கருதுக. சுற்றில் மின்னோட்டம் இல்லாததால் கால்வனாமீட்டர் விலகல் அடையாது.

நிலையான கம்பிச்சுருளினுள் சட்ட காந்தமானது அதன் வடமுனை கம்பிச்சுருளை நோக்கி இருக்குமாறு நுழைக்கப்படும்போது கால்வனாமீட்டரில் ஒரு விலகல் ஏற்படுகிறது. இது கம்பிச்சுருளில் ஒரு மின்னோட்டம் பாய்வதைக் குறிக்கிறது. கம்பிச்சுருளினுள் காந்தத்தை நிலையாக வைக்கும் பொழுது கால்வனாமீட்டர் விலகலைக் காட்டாது.

சட்டகாந்தமான தற்போது கம்பிச்சுருளினுள் இருந்து வெளியே எடுக்கப்படும் பொழுது கால்வனாமீட்டரில் மீண்டும் ஒரு கணநேர விலகல் எதிர்த்திசையில் ஏற்படுகிறது. எனவே மின்னோட்டமானது எதிர்த்திசையில் பாய்கிறது. காந்தம் வேகமாக நகர்த்தப்பட்டால் சுற்றில் அதிக மின்னோட்டம் உருவாகி, அதிக விலகலை ஏற்படுத்துகிறது.

தற்போது சட்ட காந்தம் திருப்பப்பட்டு, தென்முனை கம்பிச்சுருளை நோக்கி இருக்குமாறு வைக்கப்படுகிறது. மேற்கண்ட சோதனையை மீண்டும் செய்தால், வடமுனைக்கு தோன்றிய விலகல்களுக்கு எதிர்த்திசையில் விலகல்கள் ஏற்படுகின்றன.



காந்தத்தை நிலையாக வைத்து கம்பிச்சுருளை காந்தத்தை நோக்கி அல்லது வெளிப்புறமாக நகர்த்தினால் அதே முடிவுகள் கிடைக்கின்றன. முடிவாக, காந்தம் மற்றும் கம்பிச்சுருளுக்கு இடையே ஒரு சார்பு இயக்கம் உள்ள போதெல்லாம் கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் உருவாவதைக் குறிக்கும் வகையில் கால்வனாமீட்டரில் விலகல் தோன்றுகிறது.

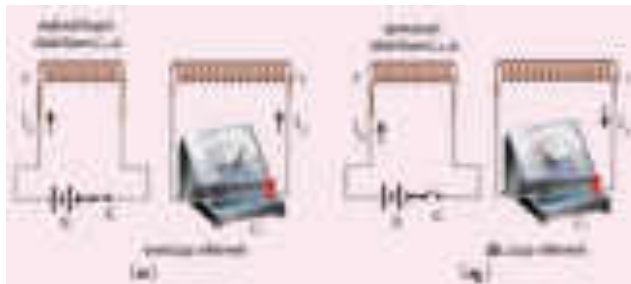
இரண்டாவது சோதனை:

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இரு மூடிய சுற்றுகளைக் கருதுக. கம்பிச்சுரள் P, மின்கலன் B மற்றும் சாவி K ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ள சுற்று முதன்மைச் சுற்று எனப்படும். கம்பிச்சுரள் S மற்றும் கால்வனாமீட்டர் G ஆகியவை உள்ள சுற்று துணைச் சுற்று எனப்படும். கம்பிச்சுரள்கள் P மற்றும் S இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று அருகில் ஓய்வு நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

முதன்மைச்சுற்று மூடப்பட்டால் அதில் மின்னோட்டம் பாயத் தொடங்குகிறது. அந்த நேரத்தில் கால்வனாமீட்டரில் ஒரு கணநேர விலகல் தோன்றுகிறது. மின்னோட்டம் ஒரு நிலையான மதிப்பை அடைந்தவுடன் கால்வனாமீட்டரில் விலகல் தோன்றுவதில்லை.

அதே போல முதன்மைச்சுற்று முறிக்கப்பட்டால், மின்னோட்டம் குறையத் தொடங்குகிறது. அப்போது எதிர்த்திசையில் ஒரு உடனடி விலகல் மீண்டும் ஏற்படுகிறது.

மேற்கண்ட காட்சிப்பதிவுகளில் இருந்து பெறப்படும் முடிவானது, முதன்மைச்சுற்றில் மின்னோட்டம் மாறும்போதெல்லாம் கால்வனாமீட்டர் விலகலைக் காட்டுகிறது.



பாரடேயின் இரண்டாவது சோதனை

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதி:

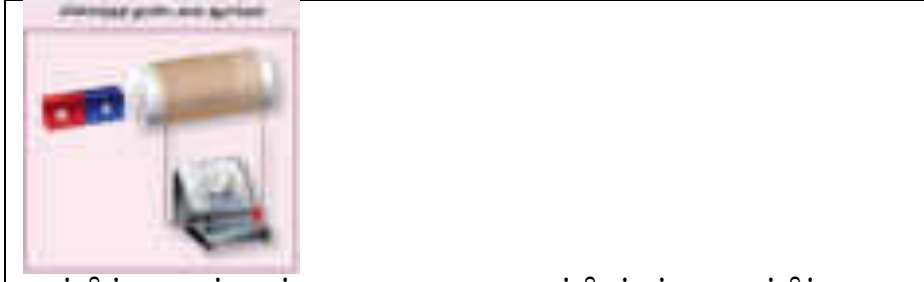
பாரடேயின் சோதனை முடிவுகளில் இருந்து அவர் உணர்ந்து கொண்டது யாதெனில்,

ஒரு மூடிய கம்பிச்சுருளின் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும்போதெல்லாம், ஒரு மின்னியக்குத் துண்டப்பட்டு அதனால் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் எனப்படும். அந்த மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்திய மின்னியக்கு விசை

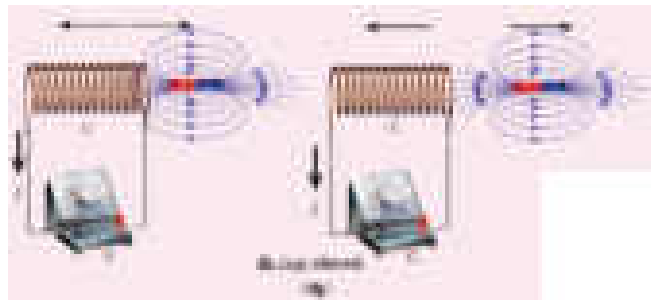
தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு மனிகாந்தத்தூண்டல் என அழைக்கப்படுகிறது.

இந்தக் கருத்துகளின் அடிப்படையில் பாரடேயின் சோனைகளை கீழ்க்காணும் வகையில் புரிந்து கொள்ளலாம்.

முதலாவது சோதனையில், சட்ட காந்தம் ஒன்று கம்பிச்சுருளுக்கு அருகில் வைக்கப்பட்டால் சட்ட காந்தத்தின் சில காந்தப்புலக் கோடுகள் கம்பிச்சுருளின் வழியே செல்கின்றன. அதாவது கம்பிச்சுருளும் ஒன்றை ஒன்று நெருங்கும்போது கம்பிச்சுருளுடன் தொடர்புடைய காந்தபாயம் அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்த காந்தப்பாய அதிகரிப்பு ஒரு மின்னியக்கு விசையைத் தூண்டுகிறது. அனால் சுற்றில்கணநேர மின்னோட்டம் ஒரு திசையில் பாய்கிறது.



படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு காப்பிடப்பட்ட கம்பிச்சுருளை மென்மையான உள்ளீடற்ற உள்ளீடற்ற கால்வனாமீட்டரை இணைத்தும் ஒரு சுற்றினை உருவாக்குக. மெல்லிய கம்பியைப் பயன்படுத்தினால் நல்லது. ஏனெனில் கிடைக்கும் இடைவெளியில் அதிக சுற்றுகளை சுற்றலாம். ஒரு வலிமையான சட்டகாந்தத்தின் உதவியுடன், பாரடேயின் முதலாவது சோதனையில் விவரிக்கப்பட்டவாறு மின்காந்தத் தூண்டல் பற்றிய நேரடி அனுபவத்தை மாணவர்கள் பெறலாம்.



பாரடேயின் முதலாவது சோதனையை விளக்குதல்

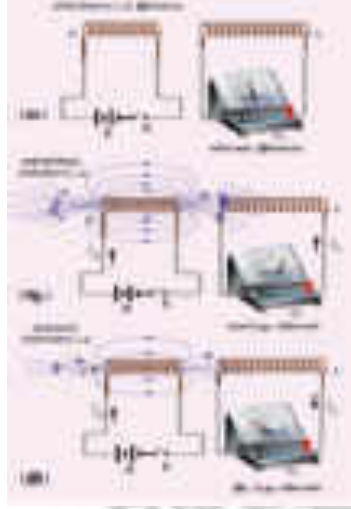
அதே நேரத்தில் அவை ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகும் போது கம்பிச்சுருளுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் குறைகிறது. காந்தப்பாயக்குறைவு ஒரு மின்னியக்கு விசையை எதிர்த்திசையில் தூண்டி, ஒரு எதிர்த்திசை மின்னோட்டம் சுற்றில் பாய்கிறது. எனவே கம்பிச்சுருள் மற்றும் காந்தம் இடையே சார்பு இயக்கம் உள்ளபோது கால்வனாமீட்டரில் விலகம் உள்ளது.

இரண்டாவது சோதனையில், முதன்மைச்சுருள் p இல் மின்னோட்டம் செல்லும் போது அதனைச் சுற்றி காந்தப்புலம் ஒன்று உருவாகிறது. இந்த காந்தப்புலத்தின் கோடுகள் அச்சுருள் வழியேயும், அருகமை துணைச்சுருள் s இன் வழியேயும் கடந்து செல்லும்.

முதன்மைச்சுற்று திறத்தநிலையில் உள்ளபோது அதில் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. எனவே, துணைச்சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் சுழியாகும்.

எனினும், முதன்மைச்சுற்று மூடப்படும்போது அதிகரிக்கும் மின்னோட்டம் முதன்மைச்சுருளைச் சுற்றி உள்ள காந்தப்புலத்தை அதிகரிக்கிறது. ஆகையால், துணைச்சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் அதிகரிக்கிறது. அதிகரிக்கும் காந்தப்பாயம் துணைச் சுருளில் ஒரு கண்ணேர மின்னோட்டத்தை தூண்டுகிறது.

முதன்மைச்சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம் ஒரு நிலையான மதிப்பை அடைந்த பிறகு துணைச்சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறாது. எனவே துணைச்சுருளில் மின்னோட்டம் மறையும்.



பாரடேயின் இரண்டாவது சோதனையை விளக்குதல்

அதே போல முதன்மைச் சுற்று திறக்கப்படும் போது மின்னோட்டம் குறைகிறது. அது துணைச்சுருளின் மின்னோட்டத்தை எதிர்த்திசையில் தூண்டுகிறது. எனவே எப்போதெல்லாம் முதன்மைச்சுருள் மின்னோட்டத்தில் மாற்றம் உள்ளதோ அப்போது கால்வானமீட்டரில் விலகில் உள்ளது.

மின்காந்தத் தூண்டலின் முக்கியத்துவம்

மின்காந்தத்தூண்டல் நிகழ்வின் பயன்பாடு இன்றைய வாழ்க்கையில் எல்லா இடங்களிலும் உள்ளது. வீட்டு உபயோக சாதனங்கள் முதல் பெரிய தொழிற்சாலை இயந்திரங்கள் வரை, கைபேசி முதல் கணினி மற்றும் இணையம் வரை, மின்சார கிடார் முதல் செயற்கைக்கோள் தகவல் தொடர்பு வரை, அனைத்தும் செயல்பட மின்சாரம் தேவை. மின்திறனுக்கான தேவை எப்போதும் அதிகரித்துக் கொண்டே உள்ளது.

மின்காந்தத்தூண்டல் நிகழ்வின்படி செயல்படும் மின்னியற்றிகள் மற்றும் மின்மாற்றிகளின் உதவியுடன் மின்திறனுக்கான தேவை நிறைவு செய்யப்படுகிறது. எனவே மின்காந்தத் தூண்டல் கண்டுபிடிப்பு இல்லையென்றால், மனிதனின் நவீன சொகுசு வாழ்க்கை சாத்தியமாகாது.

பாரடேயின் சோதனை முடிவுகள் இரு விதிகளாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

முதல் விதி:

ஒரு மூடிய சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும்போதெல்லாம் சுற்றில் ஒரு மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது.

இரண்டாம் விதி:

ஒரு மூடிய சுற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு, காலத்தைப் பொறுத்து சுற்றுடன் எண்மதிப்பு, காலத்தைப் பொறுத்து சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும் வீதத்திற்கு சமமாகும்.

dt என்ற நேரத்தில் சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் $d\Phi_B$ என்ற அளவு மாறினால், தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon = \frac{d\Phi_B}{dt}$$

மேற்கண்ட சன்பாட்டில் உள்ள எதிர்க்குறியானது தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையைத் தருகிறது. அதனை அடுத்த பாடப்பகுதியில் காணலாம்.

N சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருளில் ஒவ்வொரு சுற்றின் பரப்பும் சமமாக உள்ளவாறு இறுக்கமாக சுற்றப்பட்டால், ஒவ்வொரு சுற்றின் வழியே செல்லும் பாயமும் சமமாகும். ஏனவெ கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையானது

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -N \frac{d\Phi_B}{dt} \\ &= -\frac{d(N\Phi_B)}{dt} \end{aligned}$$

இங்கு $N\Phi_B$ என்பது பாயத்தொடர்பு எனப்படும். அது சுருளின் மொத்த சுற்றுகள் N மற்றும் ஒவ்வொரு சுற்றுடன் தொடர்புள்ள காந்தப்பாயம் Φ_B ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

ஒரு உருளை வடிவ சட்டக்காந்தம் ஒரு வரிச்சுருளின் அச்சின் வழியே வைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தமானது அதன் அச்சைப் பொருத்து சுழற்றப்பட்டால், சுருளில் மன்னோட்டம் தூண்டப்படுமா என்பதைக் காண்க.

தீர்வு:

ஒரு உருளை வடிவ காந்தத்தின் காந்தப்புலம் அதன் அச்சைப் பொருத்து சமச்சீராக உள்ளது. காந்தமானது வரிச்சுருளின் அச்சின் வழியே சுழற்றப்படுவதால் வரிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் உருவாகாது. ஏனெனில் காந்தத்தின் சுழற்சியால் வரிச்சுருளோடு தொடர்புடைய பாயம் மாறுவதில்லை.

எடுத்துக்காட்டு

$2T$ என்ற ஒரு காந்தப்புலத்தில் 40 சுற்றுகள் மற்றும் 200 cm^2 பரப்புகொண்ட மூடிய சுருள் ஒன்று சுழற்றப்படுகிறது. அது 0.2 விநாடி நேரத்தில் அதன் தளம் புலத்திற்கு 30° கோணத்தில் இருக்கும் நிலையில் இருந்து, புலத்திற்கு செங்குத்தாக இருக்கும் நிலைக்கு சுழலுகிறது. ஆதன் சுழற்சியின் காரணமாக சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையைக் காண்க.

$$N = 40 \text{ சுற்றுகள்}; B = 2 \text{ Wb m}^{-2}$$

$$A = 200 \text{ cm}^2 = 200 \times 10^{-4} \text{ m}^2;$$

$$\text{தொடக்கபாயம், } \Phi_i = BA \cos \theta$$

$$= 2 \times 200 \times 10^{-4} \times \cos 60$$

$$\text{ஏனெனில் } \theta = 90 - 30 = 60$$

$$\Phi_i = 2 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

இறுதிபாயம், $\Phi_f = BA \cos \theta$
 $= 2 \times 200 \times 10^{-4} \times \cos 0$ ஏனெனில் $\theta = 0$
 $\Phi_f = 4 \times 10^{-2} \text{ Wb}$

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு

$$\varepsilon = N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$= \frac{40 \times (4 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-2})}{0.2} = 4 \text{ V}$$

எடுத்துக்காட்டு

ஒரு நேரான கடத்தக்கூடிய கம்பியானது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து அதன் நீளம் கிழக்கு – மேற்கு திசையில் உள்ளவாறு கிடைமட்டமாக விழச் செய்யப்படுகிறது. அதில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுமா? உனது விடையை நியாயப்படுத்துக.

தீர்வு:

ஆம்! கம்பியில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படும். ஏனெனில் அது புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறுக்கு செங்குத்தாக இயங்குகிறது.

லென்ஸ் விதி:

ஜெரமன் இயற்பியலாளர் ஹென்ரிச் லென்ஸ் மின்காந்தத் தூண்டலைப் பற்றி தனது சொந்த ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையை தீர்மானிக்க ஒரு வதியை உருவாக்கினார். இந்த விதி லென்ஸ் விதி என அழைக்கப்படுகிறது.

லென்ஸ் விதியின்படி தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையானது அதன் உருவாக்கத்திற்கு காரணமானதை எப்போதும் எதிர்க்கும் விதத்தில் அமையும்.

ஒரு கம்பிச் சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும்போது சுற்றில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது என்பதை பாரடே கண்டுபிடித்தார். இங்கு பாய மாற்றம் காரணமாகவும், தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் விளைவாகவும் உள்ளன. விளைவானது எப்போதும் காரணத்தை எதிர்க்கும் என லென்ஸ் விதி கூறுகிறது. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் காந்தப்பாய மாற்றத்தை எதிர்க்கக்கூடிய திசையில் பாய வேண்டும்.

லென்ஸ் விதியைப் புரிந்து கொள்ள நாம் இரு காட்சி விளக்கங்களை கருதி, அவற்றின் மூலம் சுற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையைக் காணலாம்.

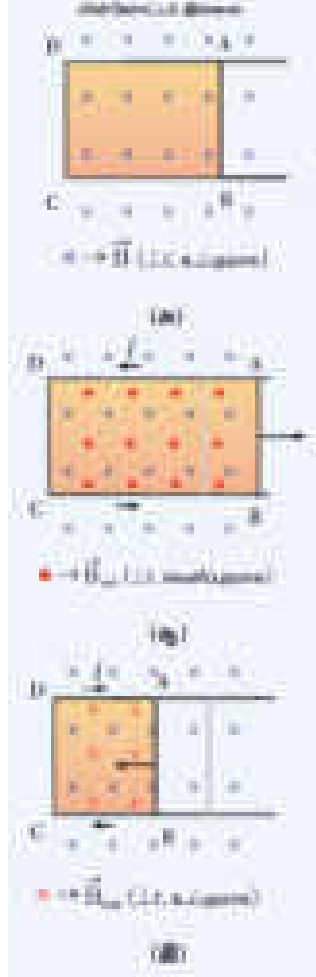
காட்சி விளக்கம் 1:

ஒரு சீரான காந்தப்புலத்தைக் கருதுக. அதன் புலக்கோடுகள் தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் உள்ளோக்கியும் உள்ளன. படம் 4.6 ல் காட்டியுள்ளவாறு இந்த புலக்கோடுகள் குறுக்குக்கோடுகளால் (X) குறிக்கப்படுகின்றன. புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளவாறு ஒரு செவ்வக உலோக சட்டம் ABCD காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. AB என்ற புயம் (கம்பித் துண்டு) வலது அல்லது இடது புறமாக நகரும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

புயம் AB நமக்கு வலது புறமாக நகர்ந்தால், ABCD சட்டத்தின் விழியே செல்லும் புலக்கோடுகளின் எண்ணிக்கை (காந்தப்பாயம்) அதிகரிக்கிறது. அதனால் ஒரு மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. லென்ஸ் விதியில் கூறியபடி தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் பாய அதிகரிப்பை எதிர்க்கிறது. காந்தப்பாயத்தை குறைக்கும் வகையில் வெளிப்புறம் நோக்கிய திசையில் மற்றொரு காந்தப்புலத்தை குறைக்கும் வகையில் வெளிப்புறம் நோக்கிய திசையில் மற்றொரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. அது தற்போதுள்ள காந்தப் புலத்திற்கு எதிர்திசையில் அமையும்.

இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட காந்தப்புலக் கோடுகள் சிவப்பு நிற வட்டங்களால் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. வலக்கை பெருவிரல் விதியைப் பயன்படுத்தி, தூண்டப்பட்ட காந்தப்புலத்தின் திசையில் இருந்து மின்னோட்டத்தின் திசை இடஞ்சுழியாக உள்ளதை அறியலாம்.

புயம் AB இடப்புறமாக நகர்ந்தால் காந்தப்பாயம் குறைகிறது. அப்போது தூண்டப்படும் மின்னோட்டமானது காந்தப்பாயத்தை அதிகரிக்கும்



லென்ஸ் விதியின் முதல் காட்சி விளக்கம்

வகையில், அதாவது உள்ளோக்கிய திசையில் காந்தப்புலத்தை (சிவப்பு நிற குறுக்குக்கோடுகள்) உருவாக்குகிறது. அது ஏற்கனவே உள்ள காந்தப்புலத்தின் திசையில் அமையும். எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தால் பாயக்குறைவு எதிர்க்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தால் பாயக்குறைவு எதிர்க்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் வலஞ்சுழியாக பாய்வது தெரிய வருகிறது.

காட்சி விளக்கம் 2:

படத்தில் உள்ளவாறு வடமுனை வரிச்சுருளை நோக்கி இருக்குமாறு ஒரு சட்டக்காந்தத்தை வரிச்சுருளை நோக்கி நகர்த்துவோம். இந்த இயக்கம் கம்பிச்சுருளின் காந்தப்பாயத்தை அதிகரிக்கிறது. அதனால் ஒரு மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் பாய்வதால் வரிச்சுருள் அதன் இருமுனைகளிலும் காந்த முனைகளைக் கொண்டுள்ள காந்த இருமுனையாக மாறுகிறது.

இந்த நேர்வில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும் காரணி காந்தத்தின் இயக்கம் ஆகும். லென்ஸ் விதிப்படி தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருளை நோக்கிய வடமுனையின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் விதத்தில் பாய வேண்டும். காந்தத்திற்கு அருகில் உள்ள வரிச்சுருளின் முனை வடமுனையாக அமைந்தால் இது சாத்தியமாகும். பிறகு அது சட்ட காந்தத்தின் வட முனையை

விரட்டும் மற்றும் காந்தத்தின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும். வரிச்சுருளின் காந்த முனைகளை அறிந்தும் தூண்டப்பட்ட விதியின் மூலம் அறியலாம்

சட்டக்காந்தத்தை வெளிப்புறமாக நகர்த்தினால் அருகில் உள்ள வரிச்சுருளின் முனை தென்முனையாக அமையும். இது சட்ட காந்தத்தின் வடமுனையை கவர்ந்து இழுத்து, காந்தத்தின் விலகிச் செல்லும் இயக்கத்தை எதிர்கிறது.

இதன் மூலம் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையை லென்ஸ் விதியிலிருந்து அறியலாம்.

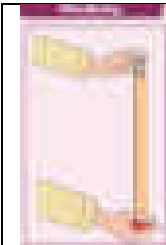
ஆற்றல் மாறா நிலை:

லென்ஸ் விதியை ஆற்றல் மாறா விதியின் அடிப்படையிலும் மெய்ப்பிக்கலாம். அதன் விளக்கம் வருமாறு லென்ஸ் விதிப்படி காந்தம் ஒன்று கம்பிச்சுருளை நோக்கி அல்லது விலகி நகர்த்தப்படும் போது உருவாகும் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் அதன் இயக்கத்தை எதிர்க்க வேண்டும். அதன் விளைவாக நகரும் காந்தத்தின் மீது எப்போதும் ஒரு எதிர்ப்பு விசை இருக்கும்.



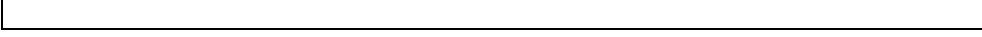
லென்ஸ் விதியின் இரண்டாம் காட்சி விளக்கம்

இந்த எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக காந்தத்தை நகர்த்த வேண்டுமெனில் புறக் காரணியால் வேலை செய்யப்பட வேண்டும். இங்கு நகரும் காந்தத்தின் இயந்திர ஆற்றல் மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் கம்பிச்சுருளில் அது ஜீல் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. அதாவது ஆற்றலானது ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவமாக மாற்றப்படுகிறது.



லென்ஸ் விதியின் செயல் விளக்கம்

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு குறுகிய தாமிரக்குழாய் மற்றும் ஒரு வலிமையான பொத்தான் காந்தம் ஆகியவற்றை எடுத்துக் கொள்க. தாமிரக் குழாயை செங்குத்தாக வைத்து அதனுள் காந்தத்தை விழச் செய்க. காந்தத்தின் இயக்கத்தை கவனித்தால், காந்தமானது அதன் இயல்பாக கீழே விழும் வேகத்தைவிட மெதுவாக விழுவதைக் காணலாம். காரணம் நகரும் காந்தத்தால் உருவாக்கப்படும் மின்னோட்டம், அதை உருவாக்கிய காந்தத்தின் இயக்கத்தை எப்போதும் எதிர்க்கிறது.



எதிர்ப்பு விசை இருக்கும். இந்த எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக காந்தத்தை நகர்த்த வேண்டுமெனில் புறக் காரணியால் வேலை செய்யப்பட வேண்டும். இங்கு நகரும் காந்தத்தின் இயந்திர ஆற்றல் மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் கம்பிச்சுருளில் அது ஜீல் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. அதாவது ஆற்றலானது ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவமாக மாற்றப்படுகிறது.

லென்ஸ் விதிக்கு மாறாக, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் அது உருவாகக் காரணமாக காந்தத்தின் இயக்கத்திற்கு உதவுவதாக கருதுவோம். தற்போது நாம் காந்தத்தை கம்பிச்சுருளை நோக்கி சிறிதளவு நகர்த்தும் போது, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருளை நோக்கிய காந்தத்தின் இயக்கத்திற்கு உதவும். பிறகு காந்தமானது எவ்வித ஆற்றல் செலவின்றி கம்பிச்சுருளை நோக்கி நகரத் துவங்கும். பிறகு நிரந்தர இயக்கம் கொண்ட இயந்திரமாக மாறுகிறது. நடைமுறையில் அத்தகைய இயந்திரம் சாத்தியமற்றது. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் காரணிக்கு உதவுவதாக கருதியது தவறாகும்.

பிளமிங் வலக்கை விதி:

காந்தப்புலத்தில் ஒரு கடத்தி இயங்கும் போது கடத்தியின் இயக்கம், காந்தப்புலம் மற்றும் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் திசைகளை பிளமிங் வலக்கை விதி கூறுகிறது. அது பின்வருமாறு:



பிளமிங் வலக்கை விதி

வலது கையில் பெருவிரல், சுட்டுவிரல் மற்றும் நடுவிரல் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளில் நீட்டப்படுகின்றன. காந்தப்புலத்தின் திசையை சுட்டுவிரலும், கடத்தி இயங்கும் திசையை பெருவிரலும் குறித்தால், தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையை நடுவிரல் குறிக்கும்.

பிளமிங் வலக்கை விதியை மின்னியற்றி விதி எனவும் அழைக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு நேரான கடத்தும் கம்பியில் பாயும் மின்னோட்டம் i குறைகிறது எனில், அதன் அருகில் வைக்கப்பட்டுள்ள உலோக சதுரகற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையைக் காண்க.



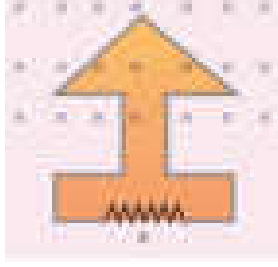
தீர்வு:

வலக்கை விதியிலிருந்து நேரான கம்பியினால் உருவாகும் காந்தப்புலமானது அருகில் உள்ள சதுர சுற்றின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளநோக்கிய திசையில் உள்ளது, கம்பியில் பாயும் மின்னோட்டம் i குறைகிறது எனில், சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயமும் குறைகிறது. அதனால் சுற்றில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டம் ஏற்கனவே உள்ள காந்தப்பாயமும் குறைகிறது. அதனால் சுற்றில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டம் ஏற்கனவே உள்ள காந்தப்புலத்தின் திசையில்மற்றொருகாந்தப்புலத்தை உருவாக்கி, பாயக்குறைவை எதிர்க்கிறது. மீண்டும் வலக்கை விதியைப் பயன்படுத்தி, உள்ளநோக்கித்

தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை வலக்கை விதியைப் பயன்படுத்தி, உள்நோக்கித் தூண்டப்பட்ட காந்தப்புலத்தின் திசையில் இருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை வலஞ்சுழி என்பதைக் காணலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

சுற்றின் தளத்திற்கு செங்குத்தாகச் செல்லும் காந்தப்பாயமானது தாளின் தளத்தில் உள்நோக்கி உள்ளது. $\Phi_B = (2t^3 + 3t^2 + 8t + 5)mWb$ என்றதொடர்பின்படி காந்தப்பாயம் நேரத்தைப் பொருத்துமாறினால், $t = 3s$ எனும் காலஅளவில் கொடுக்கப்பட்ட சுற்றில் தூண்டப்படும் மின்னியக்குவிசையின் எண்மதிப்பு யாது? சுற்றின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் காண்க.



தீர்வு:

$$\Phi_B = (2t^3 + 3t^2 + 8t + 5)mWb; N = 1; t = 3s$$

$$(i) \quad \varepsilon = \frac{d(N\Phi_B)}{dt}$$

$$= \frac{d}{dt}(2t^3 + 3t^2 + 8t + 5) \times 10^{-3}$$

$t = 3s$ எனில்,

$$\varepsilon = [(6 \times 9) + (6 \times 3) + 8] \times 10^{-3}$$

$$= 80 \times 10^{-3} V = 80mV$$

(ii) நேரம் கடக்கும் போது சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் அதிகரிக்கிறது. லென்ஸ் விதிப்படி தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை பாயஅதிகரிப்பை எதிர்க்கும் வகையில் இருக்கு வேண்டும். எனவே, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் கொண்டக்கப்பட்ட காந்தப்புலத்திற்கு எதிர்திசையில் ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும் விதமாக பாய்கிறது. இந்த காந்தப்புலம் செங்குத்தாக வெளிநோக்கி உள்ளது. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் இடஞ்சுழியாக பாய்கிறது.

லாரன்ஸ் விசையிலிருந்து மின்னியக்கு விசை (Motional emf from Lorentz force)

1 நீளமுள்ள நேரான கடத்தும் தண்டு AB ஆனது ஒரு சீரான காந்தப்புலம் B இல் உள்ளதாகக் கருதுக. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு காந்தப்புலமானது தாளின் தளத்திற்கும் தண்டின் நீளத்திற்கும் செங்குத்தாக உள்ளது. தண்டானதுவலதுபக்கமாக v என்ற மாறாதிசைவேகத்தில் இயங்குவதாகக் கொண்க.

தண்டு இயங்கும்போது அதில் உள்ளகட்டுறா எலக்ட்ரான்களும் அதே v திசைவேகத்தில் காந்தப்புலத்தில் இயங்கும். அதன் விளைவாக

கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மீது B இல் இருந்து A இன் திசையில் லாரன்ஸ் விசை செயல்படுகிறது.

$$F_B = -e(v \times B)$$

இந்த லாரன்ஸ் விசையானது கட்டுறா எலக்ட்ரான்களை முனை A இல் குவிக்கிறது. கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் இந்தக் குவியல் தண்டிற்கு குறுக்கே மின்னழுத்தவேறுபாட்டை உருவாக்கி, BA திசையில் \vec{E} என்ற மின்புலத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. மின்புலம் காரணமாக கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மீது கூலும் விசையானது AB திசையில் செயல்படத் தொடங்கும். அதன் சன்பாடானது.

$$\vec{F}_E = -e \vec{E}$$

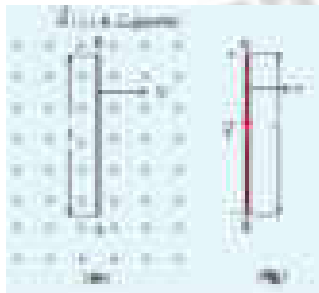
A முனையில் எலக்ட்ரான்கள் குவிகிறவரை மின்புலம் \vec{E} இன் எண்மதிப்பு அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்கும். சமநிலை அடையும் வரை \vec{F}_E விசையும் அதிகரிக்கிறது. சமநிலையில் லாரன்ஸ் விசை \vec{F}_B மற்றும் கூலும் விசை \vec{F}_E ஒன்றையொன்று சமன் செய்கின்றன. யு முனையில் கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மேற்கொண்டு குவியாது.



தண்டின் இரு முனைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$V = El$$

$$V = vBl$$



லாரன்ஸ் விசையிலிருந்து இயக்க மின்னியக்கு விசை

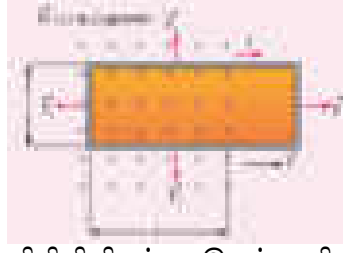
இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாவதற்கு கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் மீதான லாரன்ஸ் விசையே காரணமாகும். எனவே அது உருவாக்கிய மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon = Blv$$

இந்த மின்னியக்கு விசை தண்டின் இயக்கத்தால் உருவாக்கப்படுவதால் இது பெரும்பாலும் இயக்க மின்னியக்கு விசை என்றழைக்கப்படுகிறது. மொத்த மின்தடை R கொண்ட ஒரு புறச்சுற்றில் முனைகள் A மற்றும் B இணைக்கப்பட்டால், $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Blv}{R}$ என்ற மின்னோட்டம் அதில் பாயும். மின்னோட்டத்தின் திசை வலக்கை பெருவிரல் விதியிலிருந்து அறியப்படுகிறது.

பாரடே விதியில் இருந்து இயக்க மின்னியக்கு விசை மற்றும் ஆற்றல் மாறா நிலை:

L அகலம் கொண்ட செவ்வக வடிவ கடத்தும் சுற்று என்ற சீரான காந்தப்புலத்தில் உள்ளதாகக் கொள்க. காந்தப்புலம் சுற்றின் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் உள்ளதாகவும் உள்ளது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சுற்றின் ஒரு பகுதி காந்தப்புலத்திலும் எஞ்சிய பகுதி வெளியேயும் உள்ளன.



பாரடே விதியிலிருந்து இயக்க மின்னியக்கு விசை

v என்ற மாறாதிசைவேகத்துடன் சுற்றுவலப்புறமாக இழுக்கப்பட்டால் காந்தப்புரத்திற்குள் இருக்கும் பகுதியின் பரப்புகுறையும். ஆதனால் சுற்றுடன் தொடர்புடைய பாயமும் குறையும். பாரடே விதிப்படி சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் தூண்டப்பட்டு, அது சுற்றை இழுப்பதை எதிர்க்கும் திசையில் பாயும்.

காந்தப்புலத்தினுள் இருக்கும் சுற்றின் நீளம் x எனக் கொள்க. அதன் பரப்பு lx ஆகும். சுற்றோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம்

$$\Phi_B = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA \cos \theta$$

$$\text{இங்கு } \theta = 0^\circ \text{ மற்றும் } \cos 0^\circ = 1$$

$$= BA$$

$$\Phi_B = Blx$$

சுற்றின் இயக்கத்தால் இந்த காந்தப்பாயம் குறைவதால், தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையின் எண்மதிப்பு

$$\varepsilon = \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{d}{dt}(Blx)$$

இங்கு B மற்றும் l ஆகியவை மாறிலிகள் ஆகும். எனவே

$$\varepsilon = Bl \frac{dx}{dt}$$

$$\varepsilon = Blv$$

இங்கு $v = \frac{dx}{dt}$ என்பது சுற்றின் திசைவேகம் ஆகும். இந்த மின்னியக்கு விசை இயக்க மின்னியக்கு விசை எனப்படுகிறது. ஏனெனில் இது காந்தப்புலத்தில் சுற்றின் இயக்கத்தால் உருவானதாகும்.

லென்ஸ் விதியிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் வலஞ்சுழியாக பாய்கிறது என அறியலாம். R என்பது சுற்றின் மின்தடை எனில், தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம்.

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$i = \frac{Blv}{R}$$

ஆற்றல் மாறாநிலை:

v என்ற மாறாதிசைவேகத்தில் சுற்றை நகர்த்த காந்தவிசைக்கு சமமான எதிர்த்திசையில் செயல்படும் ஒரு மாறாவிசை செலுத்தப்படவேண்டும். எனவே சுற்றை நகர்த்த இயந்திர வேலை செய்யப்படுகிறது. வேலை செய்யப்படும் வீதம் அல்லது திறன்.

$$P = F \cdot \dot{v} = Fv \cos \theta$$

$$= Fv \quad \text{இங்கு } \theta = 0^\circ$$

தற்போது காந்தப்புலத்தில் சுற்றின் இயக்கம் காரணமாக, அதன் மீத செயல்படும் காந்தவியல் விசையைக் நாம் காணலாம். படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சுற்றின் மூன்று பகுதிகளின் மீது மூன்றுவிலக்குவிசைகள் F_1, F_2 மற்றும் F_3 செயல்படுவதாகக் கொள்க. அத்தகைய விலக்கு விசையின் பொதுவான சமன்பாடு

$$F_d = i\dot{l} \times B$$

விசைகள் F_2 மற்றும் F_3 எண் அளவில் சமமாகவும், எதிரெதிர் திசையிலும் உள்ளதால் அவை ஒன்றையொன்று நீக்கிவிடும். எனவே, படத்தில் காட்டியுள்ளதிசையில் விசை F_1 மட்டும் சுற்றின் இடதுபக்கப்பிரிவின் மீது செயல்படுகிறது.

$$\bar{F}_1 = i\dot{l} \times \bar{B}$$

$$F = il B \sin \theta$$

இதில் θ என்பது \dot{B} மற்றும் இடதுபக்கப்பிரிவின் நீளவெக்டர் i இடையே உள்ள கோணம் ஆகும். இங்கு அதன் மதிப்பு 90° ஆகும்.

$$\therefore F_1 = il B \sin 90^\circ = il B \quad \text{ஏனெனில் } \sin 90^\circ = 1$$

\dot{v} என்ற மாறாதிசைவேகத்தில் சுற்று நகர்வதற்கு, செலுத்தப்பட்ட விசை F ஆனது விசை F_1 க்கு சமமாக இருக்கவேண்டும்.

$$\therefore F = -F_1$$

(F மற்றும் F_1 ஆகியவை எதிரெதிர் திசையில் உள்ளதால்)

எண் மதிப்புகளை மட்டும் கருதினால்

$$F = F_1 = il B$$

சமன்பாடு (4.10) இல் இருந்து i - இன் மதிப்பைப் பிரதியிட

$$F = \left(\frac{Blv}{R} \right) l B$$

$$F = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

சமன்பாடு (4.11) இல் இருந்து சுற்றை காந்தப்புலத்தில் இருந்து இழுக்க செய்யப்பட்ட இயந்திர வேலை வீதம் அல்லது திறன்

$$P = Fv = \left(\frac{B^2 l^2 v}{R} \right) v$$

$$P = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$$

தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் சுற்றில் பாயும்போது ஜூல் வெப்பமாதல் நடைபெறுகிறது. சுற்றில் வெப்ப ஆற்றல் வெளிப்படும் வீதம் அல்லது வெளிப்படும் திறன்



இந்த சமன்பாடானது (4.13) சமன்பாடே ஆகும். ஆகையால் சுற்றை நகர்த்த செய்யப்பட்ட இயந்திர வேலை சுற்றில் வெப்ப ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

சென்னையில் புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு 40378.7 nT கொண்ட ஒரு இடத்தில் 7.2 m உயரமுள்ள ஒரு கட்டிடத்தின் மேற்புறத்தில் இருந்து 0.5 m நீளமுள்ள கடத்தும் தண்டு தடையின்றி விழுகிறது. தண்டின் நீளம் புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறுக்கு செங்குத்தாக இருப்பின், தண்டானது தரையை தொடும்போது தண்டில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையைக் காண்க [$g = 10 \text{ m s}^{-2}$ எனக் கொள்க].

$$l = 0.5 \text{ m}; h = 7.2 \text{ m}; u = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}; B_H = 40378.7 \text{ nT}$$

தண்டின் இறுதிசைவேகம்



தண்டானது தரையைத் தொடும்போது தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை $\mathcal{E} = B_H l v$

$$= 40,378.7 \times 10^{-9} \times 0.5 \times 12$$

$$= 242.27 \times 10^{-6} \text{ V}$$

$$= 242.27 \mu\text{V}$$

எடுத்துக்காட்டு

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு B என்ற காந்தப்புலத்தில் l நீளமுள்ள தாமிரத்தண்டு அதன் ஒரு முனையைப் பொருத்து ஏ என்ற கோணத்திசைவேகத்தில் சுழலுகிறது. சுழலும் தளமானது புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. தண்டின் புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. தண்டின் இரு முனைகளுக்கிடையே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையைக் காண்க.



தீர்வு:

தண்டு உருவாக்கும் வட்டத்தின் மையத்திலிருந்து x தொலைவில் dx நீளமுள்ள சிறு பகுதியைக் கருதுக. இந்தப் பகுதிபுலத்திற்குச் செங்குத்தாக $v = x\omega$ என்ற நேர்கோட்டுதிசைவேகத்தில் இயங்குவதால் dx பகுதியில் உருவான மின்னியக்கு விசை

$$d\varepsilon = Bvdx = B(x\omega)dx$$

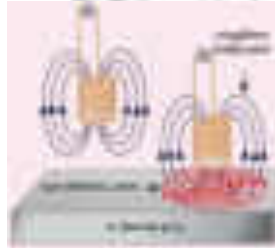
தண்டானது இது போன்ற பல சிறு பகுதிகளைக் கொண்டு, புலத்திற்கு குத்தாக இயங்குகிறது. அதன் இரு முனைகளுக்கிடையே உருவான மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon = \int d\varepsilon = \int_0^R B\omega x dx = B\omega \left[\frac{x^2}{2} \right]_0^R$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega R^2$$

சுழல் மின்னோட்டங்கள் (EDDY CURRENTS)

பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதியின்படி, ஒரு கடத்தியின் வழியே செல்லும் காந்தப்பாயம் மாறியால் அக்கடத்தியில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. எனினும் கடத்தியானது கம்பி அல்லது சுருளாக இருக்க வேண்டியதில்லை.



சுழல் மின்னோட்டங்கள்

கடத்தியானது தகடாகவோ அல்லது தட்டாகவோ இருந்தாலும் அதனுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும்போது ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. ஆனால், வேறுபாடு என்னவெனில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு குறிப்பிட்ட சுற்றோ அல்லது பாதையோ இருப்பதில்லை. அதன் விளைவாக, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டங்கள் ஒரு புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு வட்டப்பாதைகளில் செல்கின்றன. இந்த மின்னோட்டங்கள் நீர்ச்சுழலைப் போன்று இருப்பதால் இவை சுழல் மின்னோட்டங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அவை \therefore போகால்ட் மின்னோட்டங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

காட்சி விளக்கம்:

சுழல் மின்னோட்டங்கள் உருவாவதை ஒரு எளிய காட்சி விளக்கம் மூலம் காணலாம். படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு வலிமையான மின்காந்தத்தின் முனைகளுக்கிடையே அலைவுறக் கூடிய வகையில் உள்ள ஒரு ஓசலைக் கருதுக.

முதலில் மின்காந்தம் நிறுத்தப்பட்ட நிலையில் ஊசல் சிறிது இடம்பெயர்ந்து விடப்படுகிறது. அதனால் அலைவுறத்தொடங்கும் ஊசல், ஓய்வு நிலையை அடைவதற்கு முன் அதிக எண்ணிக்கையிலான அலைவுகளை மேற்கொள்கிறது. காற்றுத்தடை மட்டுமே தடையுறு விசை ஆகும்.

மின் காந்தம் இயங்குநிலையில் உள்ளபோது ஊசலின் வட்டு அலைவுற்றால், சுழல் மின்னோட்டங்கள் அதில் உருவாகின்றன. அவை அலைவினை எதிர்க்கின்றன. சுழல் மின்னோட்டங்களின் வலிமையான தடையுறு விசையானது ஒரு சில அலைவுகளுக்கு உள்ளாகவே ஊசலை ஓய்வுநிலைக்கு கொண்டு வரும்.



சுழல் மின்னோட்டங்களின் செயல் விளக்கம்

எனினும் படம் (இ) இல் காட்டியுள்ளவாறு வட்டில் சில துளைகள் இட்டால், சுழல் மின்னோட்டங்கள் குறைக்கப்படுகின்றன. ஊசலானது தற்போது ஓய்வுநிலைக்கு வருமுன் அதிகமான அலைவுகளை மேற்கொள்கிறது. இது ஊசலின் வட்டில் சுழல் மின்னோட்டம் உருவாவதை தெளிவாக விளக்குகிறது.

சுழல் மின்னோட்டங்களின் குறைபாடுகள்:

கடத்தியில் சுழல் மின்னோட்டங்கள் பாயும்போது அதிக அளவிலான ஆற்றல் வெப்ப வடிவில் வெளிப்படுகிறது. சுழல் மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு தவிர்க்க இயலாதது. ஆனால் தகுந்த நடவடிக்கைகள் மூலம் இதனைப் பெருமளவு குறைக்கலாம்.

சுழல் மின்னோட்ட இழப்பை சிறுமமாக குறைக்கும் வகையில் மின்மாற்றி உள்ளகம் மற்றும் மின்மோட்டார் சுருளி (Armature) ஆகியவற்றை வடிவமைப்பது முக்கியமாகும். இந்த இழப்புகளைக் குறைக்க மின்மாற்றியின் உள்ளகம் ஒன்றுடன் ஒன்று காப்பிடப்பட்ட சிறு தகடுகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. மின்மோட்டாருக்கு கம்பிச்சுற்றுகள் காப்பிடப்பட்ட கம்பிகளின் தொகுப்பால் உருவாக்கப்படுகின்றன. அதிக அளவிலான சுழல் மின்னோட்டங்கள் பாய்வதை பயன்படுத்தப்பட்ட மின்காப்பு அனுமதிக்காது. எனவே இழப்புகள் சிறுமமாகக் குறைக்கப்படுகின்றன.



(அ) மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தின் காப்பிடப்பட்ட மென்தகடுகள்



(ஆ) மின்மோட்டாரின் காப்பிடப்பட்ட கம்பிச்சுற்றுகள்

முதல் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு கம்பியின் கீழ்முனையில் தொங்கும் ஒரு வலிமையான காந்தத்தைக் கொண்டு ஒரு ஊசலை உருவாக்குக. அதன் அடியில் ஒரு கண்ணாடித்தட்டை வைத்து அதனை அலைவுறச் செய்து அது ஓய்வு நிலைக்கு வர ஆகும் நேரத்தைக் குறிக்கவும்.

அடுத்து இரண்டாவது படத்தில் உள்ளவாறு அலைவுறும்

காந்தத்திற்கு அடியில் ஒரு உலோகத்தட்டை வைத்து ஊசல் ஓய்வுநிலைக்கு வருவதற்கான நேரத்தை குறிக்கவும். இரண்டாவது நேர்வில், காந்தமானது விரைவாக ஓய்வுநிலைக்கு வருகிறது. ஏனெனில் உலோகத்தட்டில் உருவான சுழல் மின்னோட்டங்கள் காந்தத்தின் அலைவுகளை எதிர்க்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டு:

சம அளவு மற்றும் நிறை கொண்ட ஒரு கோளவடிவ கல் மற்றும் கோணவடிவ உலோகப் பந்து ஒரே உயரத்தில் இருந்து விழச் செய்யப்படுகின்றன. கல் அல்லது உலோகப்பந்து, இதில் எது புவிப்பரப்பை முதலில் வந்தடையும்? உனது விடையை நியாயப்படுத்துக. காற்று உராய்வு இல்லையெனக் கருதுக.

விடை:

உலோகப்பந்தை விட கல் முன்னதாக புவிப்பரப்பை வந்தடையும். காரணம், புவிக் காந்தப்புலத்தின் வழியே உலோகப்பந்து விழும்போது அதில் சுழல் மின்னோட்டங்கள் உருவாகி அதன் இயக்கத்தை எதிர்க்கும். ஆனால் கல்லில் சுழல் மின்னோட்டங்கள் ஏதும் உருவாகாததால் அது தடையின்றி விழுகிறது.

சுழல் மின்னோட்டங்களின் பயன்பாடுகள்:

சில நேர்வுகளில் சுழல் மின்னோட்டம் உருவானது விரும்பத்தகாதது என்றாலும் மற்ற சில நேர்வுகளில் அது பயனுள்ளதாக இருக்கிறது அவற்றில் சிலவற்றை காண்போம்

- ஐ. மின்தூண்டல் அடுப்பு
- ஐ. சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி
- ஐ. சுழல் மின்னோட்ட சோதனை
- ஐ. மின்காந்தத் தடையறுதல்

i. மின்தூண்டல் அடுப்பு (Induction stove)



மின்தூண்டல் அடுப்பு

குறைந்த ஆற்றல் நுகர்வுடன், விரைவாகவும், பாதுகாப்பாகவும் உணவைச் சமைக்க மின்தூண்டல் அடுப்பு பயன்படுகிறது. சகைக்கும் பகுதிக்கு கீழ் காப்பிடப்பட்ட கம்பியால் இறுக்கமாகச் சுற்றப்பட்ட கம்பிச்சுருள் உள்ளது. தகுந்த பொருளால் செய்யப்பட்ட சமையல் பாத்திரம் சமைக்கும் பகுதிக்கு மேல் வைக்கப்படுகிறது. அடுப்பை இயக்கும் போது, சுருளில் பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட மாறுதிசை காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. அது மிக வலிமையான சுழல் மின்னோட்டங்களை சமைக்கும் பாத்திரத்தில் உருவாக்குகிறது. பாத்திரத்தில் உருவாகும் சுழல் மின்னோட்டங்கள் ஐல் வெப்பமாதலால் அதிக அளவு வெப்பத்தை உண்டாக்கி அதனைப் பயன்படுத்தி உணவு சமைக்கப்படுகிறது.

குறிப்பு: வீட்டு உபயோக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட மாறும் காந்தப்புலத்தை உருவாக்குவதற்காக கம்பிச்சுருளுக்கு வழங்குவதற்கு முன்னர் 50-60 Hz இல் இருந்து 20 – 40 KHz ஆக அதிகரிக்கப்படுகிறது.

ii. சுழல் மின்னோட்டத்தடுப்பி (Eddy current brake)

இந்த சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி அமைப்பு பொதுவாக அதிவேக இரயில்களிலும், உருளும் வண்டிகளிலும் (roller coasters) பயன்படுகிறது. வலிமையான மின்காந்தங்கள் தண்டவாளங்களுக்கு சற்று மேலே பொருத்தப்படுகின்றன. இரயிலை நிறுத்துவதற்கு மின்காந்தங்கள் இயக்கு நிலைக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றன. இந்த காந்தங்களின் காந்தப்புலம் தண்டவாளங்களில் சுழல்

மின்னோட்டங்களைத் தூண்டி அவை இரயிலின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் அல்லது தடுக்கும். இதுவே நேரியல் சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி ஆகும்.



(அ) நேரியல் சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி

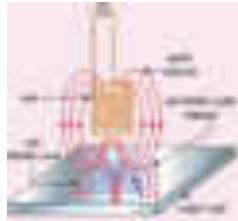


(ஆ) வட்ட வடிவ சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி

சில நேர்வுகளில் இரயில் சக்கரத்துடன் வட்டத்தட்டானது பொது உருளைத்தண்டு மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. ஒரு மின்காந்தத்தின் முனைகளுக்கிடையே தட்டானது சுழல் வைக்கப்படுகிறது. தட்டிற்கும் காந்தத்திற்கும் இடையே சார்பு இயக்கம் உள்ளபோது தட்டில் சுழல் மின்னோட்டங்கள் உருவாகி அது இரயிலை நிறுத்துகிறது. இதுவே வட்ட வடிவ சுழல் மின்னோட்டத் தடுப்பி ஆகும்.

iii. சுழல் மின்னோட்டச் சோதனை (Eddy current testing)

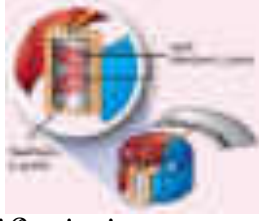
கொடுக்கப்பட்ட மாதிரி (specimen) ஒன்றின் உள்ள மேற்பர வெடிப்புகள், காற்றுக் குமிழ்கள் போன்ற குறைபாடுகளை கண்டறிவதற்கான எளிமையான பழுது ஏற்படுத்தாத சோதனை முறைகளில் இதுவும் ஒன்றாகும். காப்பிடப்பட்ட கம்பிச்சுருள் ஒன்றிற்கு மாறுதிசை காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும் வகையில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் அளிக்கப்படுகிறது. இந்த கம்பிச்சுருளை சோதனைப் பரப்பில் சுழல் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. பரப்பில் மற்றும் வீச்சில் மாற்றத்தை உருவாக்குகின்றன இதனை வேறுவழிகளில் கண்டறியலாம். இவ்வாறாக மாதிரியில் உள்ள குறைபாடுகள் கண்டறியப்படுகின்றன.



சுழல் மின்னோட்டச் சோதனை

iv. மின்காந்தத் தடையறுதல் (Electro magnetic damping)

கால்வனாமீட்டரின் சுருளிச் சுற்று (Armature winding) ஒரு தேனிரும்பு உருளையின் மீது சுற்றப்பட்டுள்ளது. சுருளின் சுற்று விலகலடைந்ததும் தேனிரும்பு உருளைக்கும் ஆர வகை காந்தப்புலத்திற்கும் இடையே உள்ள சார்பு இயக்கம் சுழல் மின்னோட்டத்தை உருளையில் தூண்டுகிறது. சுழல் மின்னோட்டம் பாய்வதால் உண்டாகும் தடையறு விசை சுருளிச் சுற்றை உடனடியாக ஓய்வுநிலைக்கு கொண்டு வருகிறது. ஆகவே கால்வனாமீட்டர் நிலையான விலகலைக் காட்டுகிறது. இது மின்காந்தத் தடையறுதல் எனப்படுகிறது.



மின்கோந்தத் தடையறுதல்

தன் மின்தூண்டல் (SELF - INDUCTION)

அறிமுகம்:

மின்தூண்டி என்பது அதன் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்போது காந்தப்புலத்தில் ஆற்றலைச் சேமிக்க உதவும் ஒரு சாதனம் ஆகும். படத்தில் காட்டியுள்ள கம்பிச்சுருள்கள், வரிச்சுருள்கள் மற்றும் வட்ட வரிச்சுருள்கள் ஆகியவை வழக்கமான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

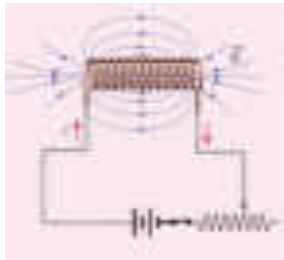
மின்தூண்டல் என்பது ஒரு சுற்றில் பாயும் மின்னோட்ட மாற்றத்தின் காரணமாக (தன் மின்தூண்டல்) அல்லது அதனுடன் காந்தவியலாக தொடர்புள்ள அருகமை சுற்றில் பாயும் மின்னோட்ட மாற்றத்தின் காரணமாக (பரிமாற்று மின்தூண்டல்) மின்னியக்கு விசையை உருவாக்கும் மின்தூண்டிகளின் பண்பாகும். தன் மின்தூண்டல் மற்றும் பரிமாற்று மின்தூண்டல் பற்றி நாம் அடுத்த பகுதியில் கற்கலாம்.



மின்தூண்டிக்கான எடுத்துக்காட்டுகள்

தன் மின்தூண்டல்

ஒரு கம்பிச்சுருள் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் அதனைச் சுற்றி ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும். எனவே, காந்தப்புலத்தின் காந்தப்பாயமானது அந்த கம்பிச்சுருளுடனேயே தொடர்பு கொண்டிருக்கும். மின்னோட்டத்தை மாற்றுவதன் மூலம் இந்த பாயம் மாற்றப்பட்டால், அதே கம்பிச்சுருளில் ஒரு மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு தன் மின்தூண்டல் எனப்படும். தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசையானது தன் மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை என அழைக்கப்படுகிறது.



தன் மின்தூண்டல்

Nசுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருளில் ஒவ்வொருசுருளோடுதொடர்புடையகாந்தப்பாயம் Φ_B எனக்கொண்டால்,கம்பிச்சுருளோடுதொடர்புடையமொத்தபாயம் $N\Phi_B$ (பாயத்தொடர்பு) கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது.



விகித மாறிலி L கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் எனப்படும். இது தன் மின்தூண்டல் குணகம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. $i = 1A$ எனில், $L = N\Phi_B$. கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் அல்லது சுருக்கமாக மின்தூண்டல் என்பது $1A$ மின்னோட்டம் பாயும்போது அக்கம்பிச்சுருளில் ஏற்படும் பாயத்தொடர்பு எனப்படும்.

மின்னோட்டம் i நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், அதில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியிலிருந்து இந்த தன் மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையானது

$$\varepsilon = -\frac{d(N\Phi_B)}{dt} = -\frac{d(Li)}{dt}$$

(சமன்பாடு 4.15 ஐ பயன்படுத்து)



மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள எதிர்குறியானது தன் மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை காலத்தைப் பொருத்து மின்னோட்டம் மாறுவதை எப்போதும் பொருத்து மின்னோட்டம் மாறுவதை எப்போதும் எதிர்க்கிறது என்பதை உணர்த்துகிறது. $di/dt = 1 A s^{-1}$, எனில் $L = -\varepsilon$. கம்பிச்சுருள் ஒன்றில் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1 A s^{-1}$ எனும் போது அக்கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்படும் எதிரி மின்னியக்கு விசை கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் எனவும் வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்தூண்டலின் அலகு

மின்தூண்டல் ஒரு ஸ்கேலர் ஆகும். இதன் அலகு $Wb A^{-1}$ அல்லது $Vs A^{-1}$. இது ஹென்றி (H) எனவும் அளவிடப்படுகிறது. $1 H = 1 Wb A^{-1} = 1 Vs A^{-1}$.

மின்தூண்டல் பரிமாணவாய்ப்பாடு $M L^2 T^{-2} A^{-2}$.

$i = 1A$ மற்றும் $N\Phi_B = 1$ வெபர்-சுற்றுகள் எனில், $L = 1H$.

எனவே, கம்பிச்சுருள் ஒன்றில் பாயும் $1A$ மின்னோட்டம் ஓரலகு பாயத்தொடர்பை உருவாக்கினால், அக்கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.

$$\frac{di}{dt} = 1 A s^{-1} \text{ மற்றும் } \varepsilon = -1 V \text{ எனில், } L = 1H$$

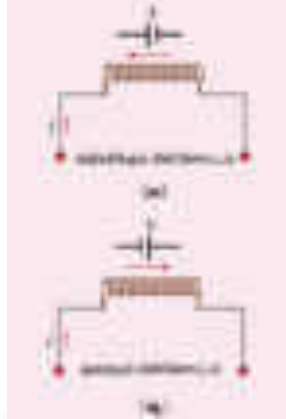
எனவே, கம்பிச்சுருள் ஒன்றில் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1 A s^{-1}$ எனும் போது, கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்படும், எதிர் மின்னியக்கு விசை $1V$ என அமையுமானால் அக்கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.

மின்தூண்டலின் முக்கியத்துவம்

11 ஆம் வகுப்பில் நாம் நிலைமம் பற்றி அறிந்துகொண்டோம். நேர்க்கோட்டு இயக்கத்தில் நிலைமத்தின் அளவாக நிறை உள்ளது. அதே வகையில் வட்ட இயக்கத்தில் சுழல் நிலைமத்தின் அளவாக நிலைமத்திருப்புத்திறன் உள்ளது (XI இயற்பியல் பாடப்புத்தகத்தில் பகுதிகள் 3.2.1 மற்றும் 5.4 ஐக் காண்க). பொதுவாக, நிலைமம் என்பது அதன் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தின் எதிர்ப்பு எனப்படுகிறது.

இயந்திரவியல் இயக்கத்தில் நிறை மற்றும் நிலைமத்திருப்புத்திறன் ஆற்றும் அதே பங்கினை ஒரு மின்சுற்றில் மின்தூண்டல் ஆற்றுகிறது. ஒரு சுற்று மூடப்பட்டால், அதிகரிக்கும் தூண்டுதல்கள் இந்த மின்னியக்கு விசை சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்ட அதிகரிப்பை எதிர்க்கிறது. இதேபோல் ஒரு சுற்று திறக்கப்பட்டால், குறையும் மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டுதல்கள். அது தற்போது மின்னோட்டம் குறைவதை எதிர்க்கிறது.

இவ்வாறாக, கம்பிச்சுருளின் மின்தூண்டல் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் எந்த மாற்றத்தையும் எதிர்த்து அதன் தொடக்க நிலையிலேயே பராமரிக்க முயலுகிறது. எனவே மின்நிலைமம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.



தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை மாறும் மின்னோட்டத்தை எதிர்த்தல்

நீண்ட வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்

1 நீளமும் A குறுக்குவெட்டுப்பரப்பும் கொண்ட நீண்ட வரிச்சுருள் ஒன்றைக் கருதுக. வரிச்சுருளின் ஓரலகு நீளத்தில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை (அல்லது சுற்று அடர்த்தி) n என்க. வரிச்சுருளின் வழியே i என்ற மின்னோட்டம் பாயும்போது சீரான காந்தப்புலம் ஒன்று வரிச்சுருளின் அச்சின் திசையில் உருவாகிறது. வரிச்சுருளினுள் எந்தவொரு புள்ளியிலும் உள்ள காந்தப்புலம் (பகுதி 3.9.3 ஐக் காண்க)

$$B = \mu ni$$

வரிச்சுருளின் வழியே செல்லும் காந்தப்புலக்கோடுகள் ஒவ்வொரு சுற்றுடனும் தொடர்பு கொள்கிறது. ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்புலம்



ஒரு நீண்ட வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்

$$L = \mu n^2 A l$$

வரிச்சுருளின் N சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு (மொத்தச் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை N ஆனது $N=n l$)

$$N\Phi_p = n i l \mu_r \mu_0 A$$

$$N\Phi_p = (\mu_r \mu_0) (N i)$$

சமன்பாடு (4.15) ஆனது

$$N\Phi_p = L i$$

சமன்பாடுகள் (4.15) மற்றும் (4.17) ஐ ஒப்பிட

$$L = \mu_r \mu_0 n^2 A l$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து மின்தூண்டலானது வரிச்சுருளின் வடிவத்தையும் (சுற்று அடர்த்தி n , குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A , நீளம் l) மற்றும் வரிச்சுருளினுள் உள்ள ஊடகத்தையும் பொருத்து அமையும். μ_r ஒப்புமை உட்புகுதிறன் கொண்ட மின்காப்புப் பொருளால் வரிச்சுருள் நிரப்பப்பட்டால்,

$$L = \mu_r \mu_0 n^2 A l$$

$$L = \mu_r \mu_0 n^2 A l$$

ஒரு மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல்:

சுற்று ஒன்றில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது, மின்தூண்டலானது மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதை எதிர்க்கிறது. எனவே சுற்றில் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துவதற்கு எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக புறக்காரணிகள் மூலம் வேலை செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்யப்பட்ட வேலை காந்த நிலை ஆற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது.

மின்தூண்டியின் மின்தடை புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் உள்ளதாகக் கொள்வோம். அதன் மின்தூண்டல் விளைவை மட்டும் கருதுவோம். எந்த ஒரு நேரம் t -இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$$

dq என்ற மின்னோட்டத்தை dt நேரத்தில் எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக நகர்த்துவதற்கு செய்யப்படும் வேலை dw என்க.

$$dW = \int dW = \int_0^i L di = \frac{1}{2} L i^2$$

$$W = \frac{1}{2} L i^2$$

i என்ற மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துவதற்கு செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை

$$W = \int dW = \int_0^i L di = \frac{1}{2} L i^2$$

$$W = \frac{1}{2} L i^2$$

செய்யப்பட்ட இந்த வேலை, காந்த நிலை ஆற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது.

$$\therefore U_B = \frac{1}{2} Li^2$$

ஆற்றல் அடர்த்தி என்பது வரிச்சுருளின் உள்ளே ஓரலகு பருமனில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் ஆகும். அதன் மதிப்பு.

$$U_B = \frac{1}{2} Li^2 \quad \therefore \text{வரிச்சுருளின் பருமன்} = A$$

$$U_B = \frac{1}{2} Li^2 \quad \therefore \text{வரிச்சுருளின் பருமன்} = A$$

எடுத்துக்காட்டு

ஒப்புமை உட்புகுதிறன் 800 கொண்ட ஒரு இரும்பு உள்ளகத்தின் மீது 500 சுற்றுகள் கொண்ட வரிச்சுருள் ஒன்று சுற்றப்பட்டுள்ளது. வரிச்சுருளின் நீளம் மற்றும் ஆரம் முறையே 40 cm மற்றும் 3 cm ஆகும். வரிச்சுருளில் மின்னோட்டம் சுழியில் இருந்து 3A க்கு 0.4 நொடி நேரத்தில் மாறினால், அதில் தூண்டப்பட்ட சராசரி மின்னியக்குவிசையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$N = 500 \text{ சுற்றுகள்}; \mu_r = 800;$$

$$l = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}; r = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m};$$

$$di = 3 - 0 = 3 \text{ A}; dt = 0.4 \text{ s}$$

$$L = \frac{\mu_r \mu_0 N^2 I^2}{2l} \quad \therefore \text{வரிச்சுருளின் பருமன்} = A$$

எடுத்துக்காட்டு

காற்று உள்ளகம் கொண்ட ஒரு வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் உண் 4.8 mH ஆகும். அதன் உள்ளகம், இரும்பு உள்ளகமாக மாற்றப்பட்டால் அதன் தன் மின்தூண்டல் எண் 1.8H ஆக மாறுகிறது. இரும்பின் ஒப்புமை உட்புகுத்திறனைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$L_{\text{காற்று}} = 4.8 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$L_{\text{இரும்பு}} = 1.8 \text{ H}$$

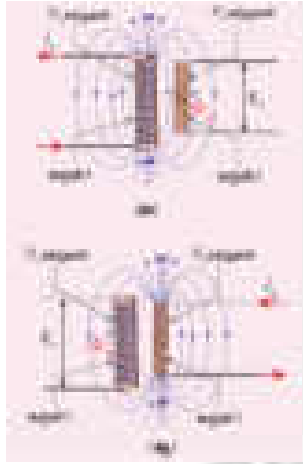
$$L_{12} = \mu_r \mu_0 N_1 N_2 A = 0.004 \times 10^{-7} \times 10^4 \times 10^4 \times 10^{-4}$$

$$L_{12} = 0.004 \times 10^{-7} \times 10^8 = 0.004 \text{ H}$$

$$k = \frac{L_{12}}{L_1 L_2} = \frac{0.004}{0.004 \times 0.004} = 1$$

பரிமாற்று மின்தூண்டல் (Mutual Induction):

கம்பிச்சுருள் ஒன்றின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், அதனருகில் உள்ள கம்பிச்சுருளில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எனப்படுகிறது. இந்த மினனியக்கு விசை பரிமாற்று மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை பரிமாற்று மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.



பரிமாற்று மின்தூண்டல்

ஒன்றுக்கொன்று அருகில் வைக்கப்பட்ட இரு கம்பிச்சுருள்களைக் கருதுக. i_1 என்ற மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 1-இன் வழியே செல்லும்போது உருவாகும் காந்தப்புலமானது கம்பிச்சுருள் 2-லும் தொடர்புகொள்கிறது.

கம்பிச்சுருள் 1-ன் காரணமாக கம்பிச்சுருள் 2-ன் ஒருசுற்றுடன் தொடர்புகொண்ட காந்தப்பாயம் Φ_{21} என்க. N_2 சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருள் 2-உடன் தொடர்புகொண்ட மொத்த காந்தப்பாயமானது $(N_2 \Phi_{21})$, கம்பிச்சுருள் 1-இல் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது.

$$N_2 \Phi_{21} = \lambda$$

$$N_2 \Phi_{21} = M_{21} i_1$$

$$\text{எனவே } M_{21} = \frac{N_2 \Phi_{21}}{i_1}$$

இங்கு விகிதமாறிலி M_{21} என்பது கம்பிச்சுருள் 1-ஐச் சார்ந்து கம்பிச்சுருள் 2-இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆகும். இது பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆகும். இது பரிமாற்று மின்தூண்டல் குணகம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. $i_1 = 1 \text{ A}$ எனில், $M_{21} = N_2 \Phi_{21}$. எனவே 1A மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 1-இல் பாயும்போது, கம்பிச்சுருள் 2-இல் ஏற்படும் பாயத்தொடர்பு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் M_{21} எனப்படும்.

மின்னோட்டம் i_1 ஆனது நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், கம்பிச்சுருள் 2-இல் ஒரு மின்னியக்கு விசை \mathcal{E}_2 தூண்டப்படுகிறது.

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதிப்படி, இந்தபரிமாற்றுமின் தூண்டப்பட்டமின்னியக்குவிசை ϵ_2 ஆனது



மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள எதிர்க்குறியானது, பரிமாற்று மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசைநேரத்தைப் பொருத்துமின்னோட்டம் i_1 மாறுவதைப்போதும் எதிர்க்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. $\frac{di_1}{dt} = 1As^{-1}$ எனில், $M_{21} = -\epsilon_2$

கம்பிச்சுருள் 1-இல் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1As^{-1}$ எனும் போது கம்பிச்சுருள் 2-இல் தூண்டப்படும் எதிர் மின்னியக்குவிசை, பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் M_{21} எனவும் வயறுக்கப்படுகிறது.

இதுபோல கம்பிச்சுருள் 2-இன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் i_2 நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், கம்பிச்சுருள் 1-இல் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. எனவே,



இங்கு M_{12} என்பது கம்பிச்சுருள் 2-ஐச் சார்ந்து கம்பிச்சுருள் 1-இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆகும். கொடுக்கப்பட்ட ஒரு சோடி கம்பிச்சுருள்களுக்கு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் சமமாகும்.

$$\text{அதாவது } M_{21} = M_{12} = M$$

பொதுவாக இரு கம்பிச்சுருள்களுக்கிடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டலானது கம்பிச்சுருள்களின் அளவு, வடிவம், சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை அவற்றின் சார்பு அமைப்புமுறை மற்றும் ஊடகத்தின் உட்புகுத்திறன் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.

பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணின் அலகு:

பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணின் அலகும் ஹென்றி (H) ஆகும்.

$$i_1 = 1A \text{ மற்றும் } N_2 \Phi_{21} = 1 \text{ வெபர் - சுற்றுகள் எனில், } M_{21} = 1H.$$

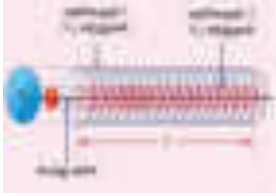
எனவே, கம்பிச்சுருள் 1-இல் பாயும் $1A$ மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 2-இல் ஓரலகு பாயத் தொடர்பை உருவாக்கினால், கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையிலான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.

$$\frac{di_1}{dt} = 1As^{-1} \text{ மற்றும் } \epsilon_2 = -1v \text{ எனில், } M_{21} = 1H.$$

எனவே, கம்பிச்சுருள் 1-இல் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1As^{-1}$ எனும் போது கம்பிச்சுருள் 2-இல் தூண்டப்படும் எதிர் மின்னியக்குவிசை $1v$ என அமையுமானால், கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையிலான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.

இரு நீண்ட பொது அச்ச கொண்ட வரிச்சுருள்களுக்கிடையே பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்:

சமநீளம் l கொண்ட இரண்டு பொது-அச்ச வரிச்சுருள்களைக் கருதுக. வரிச்சுருள்களின் ஆரங்களுடன் ஒப்பிடும் போது அவற்றின் நீளம் அதிகமாதலால், வரிச்சுருள்களுக்கு உட்புறம் உருவாகும் காந்தப்புலம் சீரானதாக அமையும். மேலும் முனைகளில் ஏற்படும் சீரற்ற காந்தப்புல் விளைவு (fringing effect) புறக்கணிக்கத்தக்கது எனக்கொள்வோம். படம் 4.23 இல் காட்டியுள்ளவாறு A_1 மற்றும் A_2 என்பன வரிச்சுருள்களின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்புகள் என்க. A_2 -ஐ விட A_1 பெரியது என்போம். இவற்றின் சுற்று அடர்த்திகள் முறையே n_1 மற்றும் n_2 ஆகும்.



இரு நீண்ட பொது அச்ச கொண்ட வரிச்சுருள்களின் பரிமாற்று மின்தூண்டல்

வரிச்சுருள் 1-இன் வழியேபாயும் மின்னோட்டம் i_1 என்க. அதனுள் உருவாகும் காந்தப்புலம்

$$B_1 = \mu n_1 i_1$$

வரிச்சுருள் 2-இன் வழியே செல்லும் இந்த காந்தப்புலக்கோடுகள் அதன் ஒவ்வொரு சுற்றுடனும் தொடர்பு கொள்கிறது. வரிச்சுருள் 2-இல் ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம்

$$\Phi_{12} = \int_{A_2} \vec{B}_1 \cdot d\vec{A} = B_1 A_2 = (\mu n_1 i_1) A_2$$

வரிச்சுருள் 2-இல் உள்ள Φ_{21} சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு

$$\Phi_{21} = \int_{A_1} \vec{B}_2 \cdot d\vec{A} = B_2 A_1 = (\mu n_2 i_2) A_1$$

சமன்பாடுகள் (4.20) மற்றும் (4.21) ஐ ஒப்பிட

$$M_{21} = \mu n_1 n_2 A_2 l$$

இதுவே வரிச்சுருள் 1-ஐப் பொருத்து வரிச்சுருள் 2-இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணிற்கான (M_{21}) கோவைஆகும். இதுபோன்றே கீழ்கண்டவாறு வரிச்சுருள் 2-ஐப் பொருத்து வரிச்சுருள் 1-இன் பரிமாற்றுமின்தூண்டல் எண் M_{12} -ஐக் காணலாம்.

வரிச்சுருள் 2-இன் வழியேபாயும் மின்னோட்டம் i_2 எனில், அதனுள் உருவாக்கும் காந்தப்புலம்

$$B_2 = \mu n_2 i_2$$

இந்தகாந்தப்புலம் B_2 வரிச்சுருள் 2-ன் உள்புறம் சீராகவும், வெளிப்புறம் ஏறக்குளைய சுழியாகவும் இருக்கும். எனவே, வரிச்சுருள் 1-இல் காந்தப்புலம் B_2 உள்ளவிளைவுப்பரப்பு (effective area) A_2 ஆகும். பரப்பு A_1 அல்ல. வரிச்சுருள் 1-இல் ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம்.

$$\Phi_{12} = \int_{A_2} \vec{B}_2 \cdot d\vec{A} = B_2 A_2 = (\mu n_2 i_2) A_2$$

வரிச்சுருள் 1-இல் உள்ள N_1 சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு

$$N_1 \Phi_{12} = (n_1 l)(\mu n_2 i_2) A_2 \text{ ஏனெனில் } N_1 = n_1 l$$

$$N_1 \Phi_{12} = (\mu n_2 n_1 A_2 l) i_2$$

$$\text{ஏனெனில் } N_1 \Phi_{12} = M_{12} i_2$$

$$M_{12} i_2 = (\mu n_1 n_2 A_2 l) i_2$$

எனவே, நாம் பெறுவது

$$\therefore M_{12} = \mu n_1 n_2 A_2 l$$

சமன்பாடு (4.22) மற்றும் (4.23) இல் இருந்து நாம் இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$M_{12} = M_{21} = M$$

பொதுவாக இரு நீண்ட பொது-அச்ச வரிச்சுருள்களுக்கு இடையேயான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆனது

$$M = \mu n_1 n_2 A_2 l$$

ஒப்புமை உட்புகுதிறன் μ_r கொண்ட மின்காப்பு ஊடகம் வரிச்சுருள்களுக்கு உட்புறம் இருந்தால்,

$$M = \mu \mu_r n_1 n_2 A_2 l$$

$$\text{(அல்லது)} M = \mu \mu_r n_1 n_2 A_2 l$$

எடுத்துக்காட்டு

முதலாவது கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் 2A இல் இருந்து 10 A ஆக 0.4 விநாடியில் மாறுகிறது. இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் 60mV மின்னியக்கு விசை தூண்டப்பட்டால், இரு கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் காண்க. மேலும் முதலாவது கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் 4A இல் இருந்து 16A ஆக 0.03 விநாடியில் மாறும்போது, இரண்டாவது விசையைக் கணக்கிடுக. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பை மட்டும் கருதுக.

தீர்வு:

நேர்வு (i):

$$\begin{aligned} \Delta I_1 &= 10 - 2 = 8 \text{ A} \\ \Delta I_2 &= 16 - 4 = 12 \text{ A} \end{aligned}$$

நேர்வு (ii):

$$\Delta I_1 = 10 - 4 = 6 \text{ A} \quad \Delta I_2 = 16 - 4 = 12 \text{ A}$$

(i) முதல் கம்பிச்சுருளைப் பொருத்து இரண்டாவது கம்பிச்சுருளின் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்

$$M_2 = \frac{r_2}{r_1} M_1$$

$$= \frac{2 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-2}} \times 0.4$$

$$= 4 \times 10^{-4} \text{ A}$$

(ii) முதல் கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் மாறும் வீதத்தால் இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

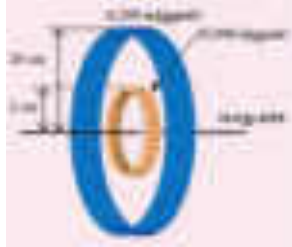
$$e_2 = M_2 \frac{di_1}{dt}$$

$$= \frac{4 \times 10^{-4} \times 12}{0.03}$$

$$e_2 = 1.2 \text{ V}$$

எடுத்துக்காட்டு

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இரண்டு ஒரு-தள, பொது-அச்ச கொண்ட வட்ட கம்பிச்சுருள்கள் A மற்றும் B-ஐக் கருதுக. கம்பிச்சுருள் A-இன் ஆரம் 20cm மற்றும் கம்பிச்சுருள் B-இன் ஆரம் 2cm ஆகும். கம்பிச்சுருள்கள் A மற்றும் B-இல் ஆரம் உள்ள சுற்றுகள் முறையே 200 மற்றும் 1000 ஆகும். கம்பிச்சுருள் A-ஐப் பொருத்து கம்பிச்சுருள் B-இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் கணக்கிடுக. கம்பிச்சுருள் A-இல் உள்ள மின்னோட்டம் 2A இல் இருந்து 6A ஆக 0.04 விநாடியில் மாறினால், கம்பிச்சுருள் B-இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மற்றும் அந்தக் கணத்தில் கம்பிச்சுருள் B வழியேயான காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.



தீர்வு:

$$N_A = 200 \text{ சுற்றுகள்}; N_B = 1000 \text{ சுற்றுகள்}$$

$$r_A = 20 \times 10^{-2} \text{ m}; r_B = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$dt = 0.04 \text{ s}; i_A = i - 2 = 4 \text{ A}$$

கம்பிச்சுருள் A-இல் பாயும் மின்னோட்டம் i_A என்க. வட்ட கம்பிச்சுருள் A-யின் மையத்தில் உள்ளகாந்தப்புலம் B_A ஆனது



தூண்டப்பட்ட மின்மியக்குவிசையை உருவாக்கும் முறைகள்

அறிமுகம்

மின்னியக்குவிசை என்பது ஒரு மின்சுற்றின் வழியாக மின்னூட்டத்தைச் செலுத்தக்கூடிய ஆற்றல் மூலத்தின் பண்பாகும். உண்மையில் இது ஒரு விசையல்ல என்பதை நாம் ஏற்கனவே அறிந்துள்ளோம். இது, முழுச்சுற்றின் வழியாக ஓரலகு மின்னூட்டத்தை நகர்த்துவதற்குச் செய்யப்பட்டவேலையாகும் $J C^{-1}$ அல்லதுவோல்ட் என்ற அலகினால் அளக்கப்படுகிறது.

மின்னியக்கு விசையை அளிக்கக்கூடிய ஆற்றல் மூலங்களின் சில எடுத்துக்காட்டுகள் வருமாறு: மின் வேதிகலன்கள், வெப்ப மின்சாதனங்கள், சூரிய ஒளிக்கலன்கள் மற்றும் மின்னியற்றிகள் ஆகும். இவற்றில் பெரிய அளவிலான மின் உற்பத்திக்கு திறன் மிகுந்த இயந்திரங்களான மின்னியற்றிகள் பயன்படுகின்றன.

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியின்படி, ஒரு சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அச்சுற்றில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த மின்னியக்கு விசை தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படும். தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண் மதிப்பானது மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து கீழ்க்கண்ட ஏதேனும் ஒரு வழியில் காந்தப்பாயத்தை மாற்றி, மின்னியக்கு விசையை உருவாக்கலாம் என்பது தெளிவாகிறது.

$$e = \frac{dB}{dt}$$

$$e = \frac{d}{dt}(2\pi A C \sin t)$$

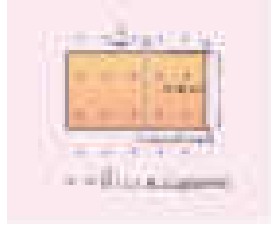
- (i) காந்தப்புலத்தை (B) மாற்றுவதன் மூலம்
- (ii) கம்பிச்சுருளின் பரப்பை (A) மாற்றுவதன் மூலம் மற்றும்
- (iii) காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்த கம்பிச்சுருளின் திசையமைப்பை (θ) மாற்றுவதன் மூலம்

காந்தப்புலத்தை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் பரசோதனையில் இருந்து ஒரு சுற்றின் வழியே செல்லும் காந்தப்புலத்தின் பாயத்தை மாற்றுவதன் மூலம் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது என கண்டறியப்பட்டது. காந்தப்பாய மாற்றமானது (i) மின் சுற்று மற்றும் காந்தத்திற்கு இடையே உள்ள சார்பு இயக்கம் (முதல் சோதனை) (ii) அருகில் உள்ள சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை மாற்றுதல் (இரண்டாவது சோதனை) ஆகியவற்றால் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

கம்பிச்சுருளின் பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு 1 நீளமுள்ள கடத்தும் தண்டு ஒரு செவ்வக உலோகச் சட்டத்தில் v திசைவேகத்தில் இடதுபுறமாக நகர்வதாகக் கொள்க. இந்தமொத்தஅமைப்பும் B என்றசீரானகாந்தப்புலக்கோடுகள் தாளின் தளத்திற்குசெங்குத்தாக, உள்நோக்கிய திசையில் உள்ளன. தண்டானது AB -இல் இருந்து DC -க்கு னவ நேரத்தில் நகரும்போது சட்டம் உள்ளடக்கிய பரப்பு குறைகிறது. அதனால் சட்டத்தின் வழியேயான காந்தப்பாயமும் குறைகிறது.



சட்டம் உள்ளடக்கிய பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்கு விசையைத் தூண்டுதல்

dt நேரத்தில் ஏற்படும் காந்தப்பாய மாற்றம்

$$\begin{aligned} d\Phi_B &= Bx \text{ பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்} \\ &= Bx \text{ Area } ABCD \\ &= Blvdt \text{ ஏனெனில் பரப்பு } ABCD = l(vdt) \\ \text{(அல்லது)} \quad \frac{d\Phi_B}{dt} &= Blv \end{aligned}$$

காந்தப்பாய மாற்றம் காரணமாக சட்டத்தில் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{d\Phi_B}{dt} \\ \varepsilon &= Blv \end{aligned} \quad (4.27)$$

இந்த மின்னியக்கு விசை இயக்க மின்னியக்குவிசை எனப்படும். பிளமிங் வலக்கை விதியிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை வலஞ்சுழியாக உள்ளது என அறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.14

சீரான காந்தப்புலம் $0.4T$ ல் $0.03m^2$ பரப்பு கொண்ட வட்ட ஊலோகவட்டு ஒன்று சுழலுகிறது. சுழற்சி அச்சானது வட்டின் மையம் வழியாகவும் அதன் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் அமைந்துள்ளது. மேலும் சுழற்சி அச்சானது காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாக உள்ளது. வட்டு ஒரு விநாடி நேரத்தில் 20 சுழற்சிகளை நிறைவு செய்கிறது. வட்டின் மின்தடை 4Ω எனில், அதன் அச்சுக்கும் விளிம்புக்கும் இடையே தூண்டப்படும் மின்னியக்குவிசை மற்றும் வட்டில் பாயும் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$\begin{aligned} A &= 0.03 \text{ m}^2; B = 0.4 \text{ T}; f = 20 \text{ rps}; \\ R &= 4\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ஒரு வினாடி நேரத்தில் வட்டு ஏற்படுத்திய பரப்பு} &= \text{வட்டின் பரப்பு} \times \text{அதிர்வெண்} \\ &= 0.03 \times 20 \\ &= 0.6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை
 $\epsilon =$ காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம்

$$\epsilon = \frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{d(BA)}{dt}$$

$$\epsilon = \frac{0.4 \times 0.6}{1}$$

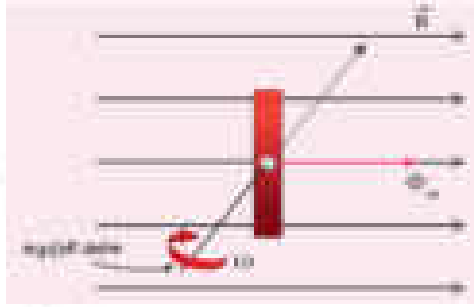
$$\epsilon = 0.24 \text{ V}$$

தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம்

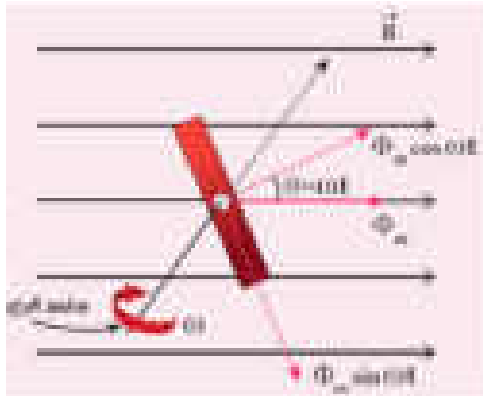
$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{0.24}{4} = 0.06 \text{ A}$$

4.4.4. காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்து கம்பிச்சுருளில் சார்புத் திசையமைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

B என்ற சீரான காந்தப்புலத்தில் N சுற்றுகள் கொண்ட செவ்வக கம்பிச்சுருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுக. கம்பிச்சுருளானது புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ள அச்சைப் பொருத்து ω என்ற கோணத்திசைவேகத்துடன் இடஞ்சுழியாகச் சுழலுகிறது.



காந்தப்புலத்திற்கு குத்தாக தளத்தைக் கொண்டுள்ள கம்பிச்சுருளின் மேற்புறத் தோற்றம்.



கம்பிச்சுருள் $\theta = \omega t$ என்ற கோணம் சுழற்றப்பட்டுள்ளது

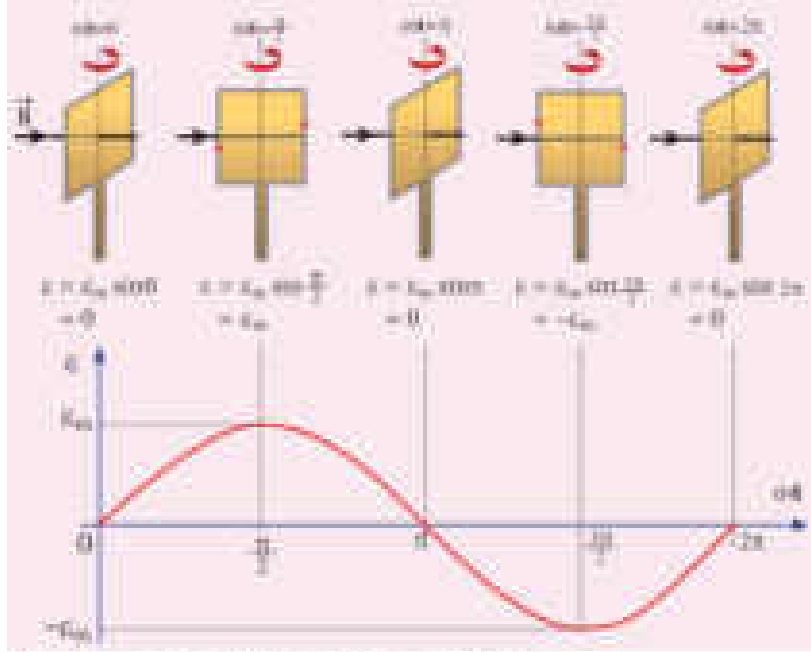
நேரம் $t = 0$ எனும் போது, சுருளின் தளம் புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. சுருளுடன் தொடர்பு கொண்ட பாயம் அதன் பெரும் மதிப்பு $\Phi_m = BA$ ஐக் கொண்டிருக்கும் (இங்கு A என்பது சுருளின் பரப்பு ஆகும்.)

t வினாடி நேரத்தில், கம்பிச்சுருள் இடஞ்சுழியாக $\theta (= \omega t)$ என்ற கோணம் சுழற்றப்படுகிறது. இந்த நிலையில் தொடர்பு கொண்ட பாயமானது $\Phi_m \cos \omega t$ - ஆக இருக்கும். இது சுருளின் தளத்திற்கு

செங்குத்தாக உள்ள Φ_m -ன் கூறு ஆகும். தளத்திற்கு இணையான கூறு ($\Phi_m \sin \omega t$) மின் காந்தத் தூண்டலில் பங்கேற்பதில்லை. எனவே, விலக்கப்பட்ட நிலையில் கம்பிச்சுருளின் பாயத்தொடர்பு

$$N\Phi_m = N\Phi_m \cos \omega t$$

பாரடேயின் விதிப்படி, அந்தக் கணத்தில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை



படம் 4.15 - காந்தத் தூண்டல், மின்னியக்கு விசை

$$\begin{aligned} e &= -\frac{d}{dt}(N\Phi_m) = -\frac{d}{dt}(N\Phi_m \cos \omega t) \\ &= -N\Phi_m (-\sin \omega t)\omega \\ &= N\Phi_m \omega \sin \omega t \end{aligned}$$

கம்பிச்சுருளானது அதன் தொடக்க நிலையிலிருந்து 90° சுழற்றப்பட்டால் $\sin \omega t = 1$ எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் பெரும மதிப்பு

$$\begin{aligned} e_m &= N\Phi_m \omega \\ e_m &= NBA\omega \quad \text{ஏனெனில் } \Phi_m = BA \end{aligned}$$

எனவே அக்கணத்தில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையானது நேரக் கோணத்தின் (ωt)

$$e = e_m \sin \omega t \quad (4.28)$$

சைன் சார்பாக மாறுவதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை மற்றும் நேரக்கோணத்திற்கு இடையேயான வரைபடம் ஒரு சைன் வளைகோடாக அமையும். இந்த வகையில் மாறும் மின்னியக்குவிசை சைன் வடிவ மின்னியக்குவிசை அல்லது மாறுதிசை மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.

இந்த மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ஒரு மூடிய சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்டால், சைன் வளைகோடு வடிவில் மாறுகின்ற மின்னோட்டம் அதில் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டம் எனப்படும். அதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$i = I_m \sin \omega t \quad (4.29)$$

இங்கு I_m என்பது தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 4.15

600 சுற்றுகள் மற்றும் 70 cm^2 பரப்பு கொண்ட செவ்வக கம்பிச்சுருள் ஒன்று 0.4 T என்ற காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தான அச்சைப் பொருத்து சுழலுகிறது. கம்பிச்சுருள் நிமிடத்திற்கு 500 சுழற்சிகள் நிறைவு செய்தால், கம்பிச்சுருளின் தளமானது (i) புலத்திற்கு குத்தாக (ii) புலத்திற்கு இணையாக மற்றும் (iii) புலத்துடன் 60° கோணம் சாய்வாக உள்ளபோது தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$E = E_m \sin \omega t$$

$$\text{அடுக்கின் } E_m = N \Phi_m = N (BA) (2\pi f)$$

$$E = NBA \times 2\pi f \times \sin \omega t$$

(i) $\omega t = 0^\circ$, எனில்

$$E = E_m \sin 0 = 0$$

(ii) $\omega t = 90^\circ$, எனில்

$$E = E_m \sin 90^\circ = NBA \times 2\pi f \times 1$$

$$= 600 \times 0.4 \times 70 \times 10^{-4} \times 2 \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{500}{60} \right)$$

$$= 392 \text{ V}$$

(iii) $\omega t = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$, எனில்

$$E = E_m \sin 30^\circ = 392 \times \frac{1}{2} = 196 \text{ V}$$

4.5. மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி (AC GENERATOR)

4.5.1. அறிமுகம்

மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி (AC மின்னியற்றி) அல்லது மின்னாக்கி என்பது ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் கருவியாகும். இது கம்பிச்சுருள் அல்லது புலக்காந்தத்தை சுழற்றுவதற்கு பயன்படும் இயந்திர ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாறுகிறது. இல்லங்கள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் பெரிய அளவிலான மின்திறனை மின்னாக்கி உற்பத்தி செய்கிறது.



AC மின்னியற்றி மற்றும் அதன் பாகங்கள்

4.5.2. தத்துவம்

மின் காந்தத்தூண்டல் விதிப்படி மின்னாக்கிகள் வேலை செய்கின்றன. கடத்திக்கும், காந்தப்புலத்திற்கும் இடையிலான சார்பு இயக்கம் கடத்தியுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தை மாற்றுகிறது. இதனால் கடத்தியில் மின்னியக்குவிசையானது தூண்டப்படுகிறது. இந்த மின்னியக்குவிசையின் எண்மதிப்பை பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியில் இருந்தும், அதன் திசையை பிளமிங் வலக்கை விதியில் இருந்தும் அறியலாம்.

4.5.3. அமைப்பு

மின்னாக்கியானது நிலையி (Stator) மற்றும் சுழலி (Rotor) என இரு பெரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றின் பெயருக்கேற்றபடி நிலையி நிலையாகவும், சுழலி சுழன்று கொண்டும் உள்ளன. வணிகரீதியிலான மின்னாக்கிகளில் சுருளிச் சுற்று (Armature winding) நிலையிலும் புலக்காந்தமானது (Field magnet) சுழலியிலும் பொருத்தப்படுகின்றன.

நிலையி, சுழலி மற்றும் அவற்றுடன் தொடர்புடைய பிறபாகங்களின் அமைப்பு விவரங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஐ) நிலையி (Stator)



நிலையி மற்றும் அதன் பாகங்கள்

சுருளிச் சுற்று பொருத்தப்பட்டுள்ள நிலையான பகுதி நிலையி எனப்படும். அது நிலையி சட்டம், நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்று ஆகிய மூன்று பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது.

நிலையி சட்டம் (Stator frame)

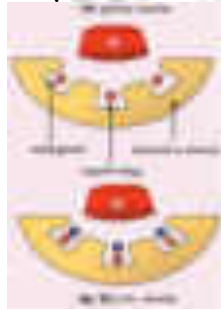
இது நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகளை சரியான நிலையில் தாங்கிப்பிடிக்க பயன்படும் வெளிப்புற சட்டம் ஆகும். நிலையி சட்டத்தில் உள்ள துளைகள் மூலம் உள்ளகத்திற்கு தேவையான காற்றோட்ட வசதி தரப்படுகிறது.

நிலையி உள்ளகம் (Stator core)

நிலையி உள்ளகம் அல்லது சுருளி உள்ளகம் இரும்பு அல்லது எஃகு உலோகக் கலவையில் ஆன உள்ளீடற்ற உருளையாகும். சுழல் மின்னோட்ட இழப்புகளைக் குறைப்பதற்கு காப்பிடப்பட்ட தகடுகளால் உள்ளகம் கட்டப்படுகிறது. சுருளிச் சுற்றுகளை பொருத்தும் வகையில் உள்ளகத்தின் உட்புறமாக வரித்துளைகள் (Slots) வெட்டப்பட்டுள்ளன.

சுருளிச் சுற்று (Armature winding)

நிலையி உள்ளகத்தில் உள்ள வரித்துளைகளில் அமைந்துள்ள கம்பிச்சுருள்கள், சுருளிச் சுற்றுகள் எனப்படும். மின்னாக்கியின் வகையைப் பொருத்து ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கம்பிச்சுருள்கள் பொருத்தப்படுகின்றன.



சுருளிச் சுற்றுகள்

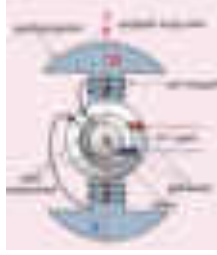
பொதுவாக இரு வகையான சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை i) ஓரடுக்குச் சுற்றுகள் மற்றும் ii) ஈரடுக்குச் சுற்றுகள். ஓரடுக்குச் சுற்றுகளில், கம்பிச் சுருளானது ஒரே அடுக்காக வரித்துளையில் அமைந்துள்ளது. ஈரடுக்குச் சுற்றுகளில் கம்பிச்சுருளானது இரு அடுக்குகளாக பிரிக்கப்பட்டு மேற்புற அடுக்கு மற்றும் அடிப்புற அடுக்கு என உள்ளது.

ii) சுழலி (Rotor)

சுழலியானது காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகளைக் (Magneticfield winding) கொண்டுள்ளது. நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலம் (DC source) ஒன்றினால் கம்பிச்சுற்றுகளில் காந்தப்புலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகளின் முனைகள் ஒரு சோடி நழுவு வளையங்களுடன் இணைக்கப்பட்டு, சுழலி சுழலக்கூடிய தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நழுவு வளையங்கள் சுழலியுடன் சேர்ந்து சுழலுகின்றன. நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலம் மற்றும் காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகள் இடையே இணைப்பை ஏற்படுத்த நழுவு வளையங்களின் மீது தொடர்ச்சியாக நழுவிச்செல்லும் இரு தூரிகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இரு வகையான சுழலிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை (அ) துருத்த துருவ சுழலி (அ) உருளைத்துருவ சுழலி ஆகும்.

துருத்துவ துருவச் சுழலி (Salient pole rotor)



துருத்துவ துருவ 2 -முனைச் சுழலி

AC மின்னியற்றின் அமைப்பு (தேர்வுக்கு உரியதன்று)

மின்னாக்கியானது நிலையி (Stator) மற்றும் சுழலி (Rotor) என இரு பெரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. நிலையி மற்றும் சுழலி ஆகியவற்றின் அமைப்பைப் புரிந்து கொள்வதற்காக இப்பகுதி கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

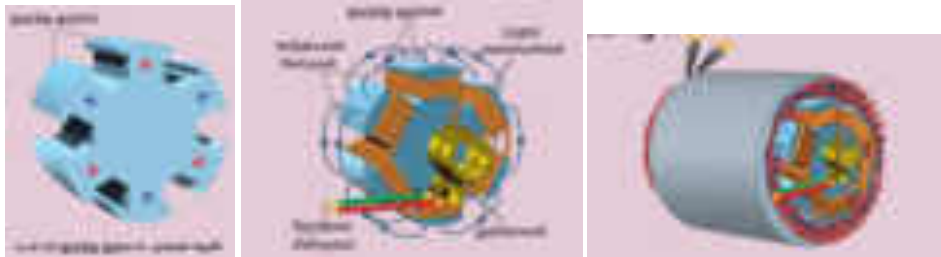
i) நிலையி (stator)

நிலையி மூன்று பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை நிலையி சட்டம், நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகள்



ii) சுழலி (Rotor)

சுழலியானது ஒரே தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள காந்தப்புலக் கம்பிச்சுற்றுகள், நழுவு வளையங்கள் மற்றும் தூரிகைகளைக் கொண்டுள்ளது.



துருத்துவ துருவ சுழலி மூன்று பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை சுழலி சட்டம், சுழலி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகள்

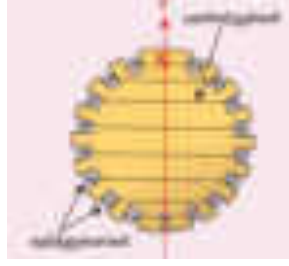
6 முனை சுழலி

வளையங்கள் மற்றும் தூரிகைகள்

கொண்ட துருத்துவ துருவ 6-முனை சுழலி

இந்த வகைச் சுழலியில் உள்ள துருவங்கள் துருத்திக் கொண்டுள்ளவாறு அமைந்துள்ளன. குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான துருத்திக்கொண்டிருக்கும் துருவங்களின் அடிப்பகுதி சுழலியுடன் இறுக்கிப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை பெரும்பாலும் குறைவேக மின்னாக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. துருத்துவ துருவ 2 – முனை சுழலியானது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உருளைத் துருவ சுழலி (Cylindrical pole rotor)



உருளைத் துருவ 2 – முனைச் சுழலியின் குறுக்கு – வெட்டுத்தோற்றம்

இந்த வகைச் சுழலி திண்ம உருளையால் ஆனது. உருளையின் வெளிப்புற பரப்பில் அதன் நீளவாட்டில் வரித்துளைகள் (Slots) வெட்டப்பட்டுள்ளன. இது அதிவேக மின்னாக்கிகளுக்கு ஏற்றதாகும்.

தூண்டப்படும் மாறுதிசை மின்னியக்கு விசையின் அதிர்வெண், சுழலியின் வேகத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது. அதிர்வெண்ணை மாறாமல் நிலைநிறுத்துவதற்கு சுழலியானது மாறா வேகத்தில் சுழல் வேண்டும்.

இவை மின்னாக்கிகளின் பொதுவான அமைப்பு விபரங்கள் ஆகும். கட்டமைக்கப்படும் மின்னாக்கியின் வகையைப் பொருத்து துருவங்களின் எண்ணிக்கை துருவ வகை, கம்பிச்சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகளின் வகை ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன.

ஒரு கட்ட மற்றும் மூன்று கட்ட மின்னாக்கிகளின் அமைப்பு வேலை செய்யும் விதம் ஆகியவற்றைப் பார்ப்போம்.

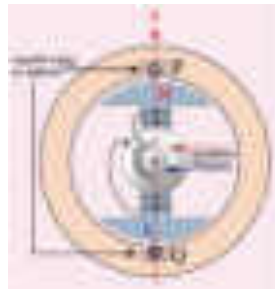
4.5.4. நிலையான சுருளிச் சுற்று – சுழலும் புல மின்னாக்கியின் நன்மைகள்

பொதுவாக மின்னாக்கிகள் அதிக மின்னோட்டம் மற்றும் அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்டுள்ள இயந்திரங்கள் ஆகும். நிலையான சுருளிச் சுற்று – சுழலும் புல அமைப்பு பல நன்மைகளைக் கொண்டது. அவற்றில் சில வருமாறு.

- 1) தூரிகைத் தொடர்புகளைப் பயன்படுத்தாமல் மின்னோட்டமானது நேரடியாக நிலையி பகுதியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள முனைகளில் இருந்து பெறப்படுகிறது.
- 2) நிலையான சுருளிச் சுற்றை மின்காப்பு செய்வது எளிமையானதாகும்.
- 3) நழுவும் தொடர்புகளின் (நழுவு வளையங்கள்) எண்ணிக்கை குறைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் நழுவும் தொடர்புகள் குறைந்த மின்னழுத்த நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன.
- 4) சுருளிச் சுற்றுகள் இயந்திரவியல் தகைவின் காரணமாக உருக்குலைவதைத் தடுக்கும் வகையில் அதிக உறுதியாக அமைக்க முடியும்.

4.5.5 ஒரு கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி

ஒரு கட்ட AC மின்னியற்றியில், சுருளிச் சுற்றுகள் தொடர் இணைப்பில் ஒரே சுற்றாக அமைக்கப்பட்டு ஒரு-கட்ட மின்னியக்குவிசை உருவாக்கப்படுகிறது. எனவே இது ஒரு-கட்ட மின்னாக்கி எனப்படுகிறது.



செவ்வகச் சுற்று மற்றும் 2 -முனை சுழலியைக் கொண்ட நிலையி உள்ளகம்.

எளிய வகை AC மின்னியற்றி இங்கு விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. 2 வரித்துளைகளைக் கொண்ட நிலையி உள்ளகம் ஒன்றை கருதுக. வரித்துறைகளில் கடத்திகள் PQ மற்றும் RS பொருத்தப்பட்டு செவ்வக

சுற்று PQRS உருவாக்கப்படுகிறது. சுழலியானது 2-முனைத் துருத்து துருவங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றின் புல சுற்றுகளை நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலம் காந்தமாக்குகிறது.

செயல்பாடு

சுற்று PQRS நிலையாகவும் மற்றும் தாளின் தளத்திற்கு குத்தாகவும் உள்ளது. புலச் சுற்றுகள் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டால், அதனைச் சுற்றி காந்தப்புலம் உருவாக்கப்படுகிறது. சுருளி உள்ளகத்தின் வழியே கடந்து செல்லும் காந்தப்புலத்தின் திசை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதன்மை இயக்கியால் புலக்காந்தமானது வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படுவதாகக் கொள்க. சுழற்சி அச்சானது தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது.



தொடக்க நிலையில் PQRS கம்பிச் சுற்று மற்றும் புலக்காந்தம்

புலக்காந்தத்தின் தொடக்கநிலை கிடைமட்டமாக உள்ளதாகக் கருதுக. அந்த கணத்தில், காந்தப்புலத்தின் திசை PQRS சுற்றின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை சுழியாகும். இது தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மற்றும் நேரக்கோணம் இடையேயான வரைபடத்தில் தொடக்கப்புள்ளி O-ஆல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

புலக்காந்தம் 90° கோணம் சுழன்றதால் காந்தப்புலம் PQRS க்கு இணையாகிறது. PQ மற்றும் RS ஆகியவற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசைகள் பெரும் மதிப்பை அடைகின்றன. அவை தொடரிணைப்பில் உள்ளதால், மின்னியக்கு விசைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று கூட்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையின் திசையை பிளமிங் வலக்கை விதியில் இருந்து அறியலாம்.

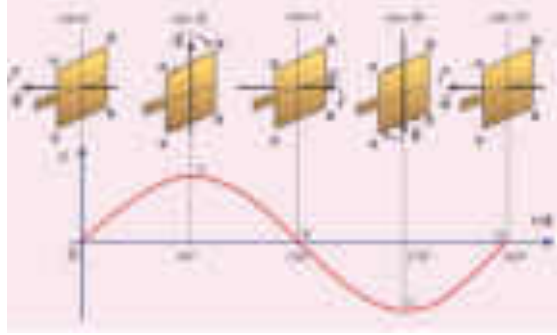
இந்த விதியைப் பயன்படுத்தும்போது கவனம் தேவை. புலத்தைப் பொருத்து, கடத்தியின் இயக்கத்திசையை பெருவிரல் குறிக்கிறது. வலஞ்சுழியாக சுழலும் துருவங்களுக்கு கடத்தியானது இடஞ்சுழியாக சுழலுவதாக தோன்றும். எனவே, பெருவிரல் இடதுபக்கத்தை நோக்கி இருக்கவேண்டும். தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கவிசையின் திசை தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. மின்னியக்குவிசையானது PQ -வில் கீழ்நோக்கியும், RS ல் மேல்நோக்கியும் உள்ளது. எனவே, மின்னோட்டம் PQRS வழியே பாய்கிறது. வரைபடத்தில் A என்ற புள்ளி இந்த பெரும் மின்னியக்குவிசையைக் குறிக்கிறது.

தொடக்கநிலையிலிருந்து 180° சுழற்சிக்குப் பின் புலமானது PQRS க்கு செங்குத்தாக அமைகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை சுழியாகிறது. இது B என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது.

புலக்காந்தத்தின் 270° சுழற்சிக்கு, புலமானது மீண்டும் PQRS க்கு இணையாக அமைகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை பெரும்மாக உள்ளது. ஆனால் அதன் திசை எதிர்திசையாக மாறுகிறது. இதனால் மின்னோட்டம் SRQP வழியே பாய்கிறது. இது C என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது.

360° நிறைவு செய்யும்போது, தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை சுழியாகிறது. அது D என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது. வரைபடத்திலிருந்து PQRS ல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை மாறு திசையாக உள்ளது தெளிவாகிறது.

எனவே, புலக்காந்தம் ஒரு சுழற்சியை நிறைவுசெய்யும்போது PQRS ல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை ஒரு சுற்றை முடிக்கிறது. இந்த அமைப்பிற்கு தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையின் அதிர்வெண், புலக்காந்தம் சுழலும் வேகத்தைச் சார்ந்துள்ளது.



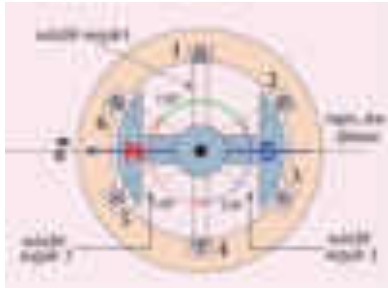
நேர கோணத்தைப் பொருத்து தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மாறுபடுதல்

4.5.6. மூன்று கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி

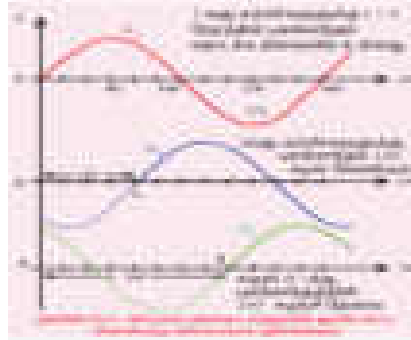
சில AC மின்னியற்றிகள் சுருளி உள்ளகத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கம்பிச்சுருளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கம்பிச்சுருளும் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ஒன்றை உருவாக்கும். இந்த மின்னியற்றிகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்னியக்குவிசைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதனால் அவை பல கட்ட மின்னியற்றிகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

மின்னியற்றியில் இரண்டு மாறுதிசை மின்னியக்குவிசைகள் உருவாக்கப்பட்டால், அது இரு கட்ட மின்னியற்றி எனப்படும். சில AC மின்னியற்றிகளில் மூன்று தனித்தனியான கம்பிச்சுருள்கள் உள்ளன. அவை மூன்று தனித்தனியான மின்னியக்குவிசைகளைத் தருகின்றன. எனவே அவை மூன்று கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றிகள் எனப்படுகின்றன.

எளிமையான மூன்று - கட்ட AC மின்னியற்றி அமைப்பில், சுருளி உள்ளகத்தின் உட்புற பரப்பில் 6 வரித்துளைகள் வெட்டப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வரித்துளையும் ஒன்றுக்கொன்று 60° இடைவெளியில் உள்ளன. இந்த வரித்துளைகளில் ஆறு கடத்திகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. கடத்திகள் 1 மற்றும் 4 தொடராக இணைக்கப்பட்டு கம்பிச்சுருள் 1 உருவாக்கப்படுகிறது. கடத்திகள் 3 மற்றும் 6 ஐ இணைத்து கம்பிச்சுருள் 2 உம் கடத்திகள் 5 மற்றும் 2 ஐ இணைத்து கம்பிச்சுருள் 3 உம் உருவாக்கப்படுகின்றன. எனவே செவ்வக வடிவிலான இந்த கம்பிச்சுருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று 120° இடைவெளியுடன் உள்ளன.



மூன்று - கட்ட AC மின்னியற்றியின் அமைப்பு
 ϵ_3 நேர



மின்னியக்கு விசைகள் ϵ_1, ϵ_2 மற்றும்

கோணத்தைப் பொருத்து மாறுபடுதல்

புலக்காந்தத்தின் தொடக்கநிலை கிடை மட்டமாகவும், புலத்தின் திசை கம்பிச்சுருள் 1 ன் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் உள்ளது. ஒரு கட்ட யுன மின்னியற்றியில் கண்டவாறு புலக்காந்தமானது அந்த நிலையிலிருந்து வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்பட்டால் கம்பிச்சுருள் 1 ல் தூண்டப்படும் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ϵ_1 தனது சுற்றை புள்ளி O-ல் இருந்து தொடங்குகிறது.

புலக்காந்தம் 120° சுழன்ற பிறகு, கம்பிச்சுருள் 2ல் உள்ள மின்னியக்குவிசை ϵ_2 ஆனது தனது சுற்றை புள்ளி Aயில் தொடங்குகிறது. எனவே ϵ_1 மற்றும் ϵ_2 இடையிலான கட்டவேறுபாடு 120° ஆகும். தொடக்கநிலையிலிருந்து புலக்காந்தம் 240° சுழன்ற பிறகு, கம்பிச்சுருள் 3 ல் உள்ள மின்னியக்குவிசை

ϵ_3 அதன் சுற்றை புள்ளி B-யில் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு மூன்று கட்ட AC மின்னியற்றியில் தூண்டப்படும் மின்னியக்குவிசைகள் ஒன்றுக்கொன்று 120° கட்ட வேறுபாட்டைக் கொண்டுள்ளன.

4.5.7. மூன்று கட்ட மின்னாக்கியின் நன்மைகள்

ஒரு கட்ட அமைப்பை விட மூன்று கட்ட அமைப்பு பல நன்மைகளை கொண்டுள்ளது. அவற்றில் சிலவற்றைக் காண்போம்.

1. கொடுக்கப்பட்ட மின்னியற்றியின் பரிமாணத்திற்கு, ஒரு கட்ட இயந்திரத்தை விட மூன்று கட்ட இயந்திரம் அதிகமான வெளியீடு திறனை உருவாக்குகிறது.
2. ஒரே அளவிலான திறனுக்கு ஒரு கட்ட மின்னாக்கியை விட மூன்று கட்ட மின்னாக்கி அளவில் சிறியதாக உள்ளது.
3. மூன்று கட்ட மின்திறன் அனுப்புவதற்கான செலவு குறைவு. ஒப்பீட்டளவில் மூன்று கட்ட மின்திறன் அனுப்ப மெல்லிய கம்பியே போதுமானதாகும்.

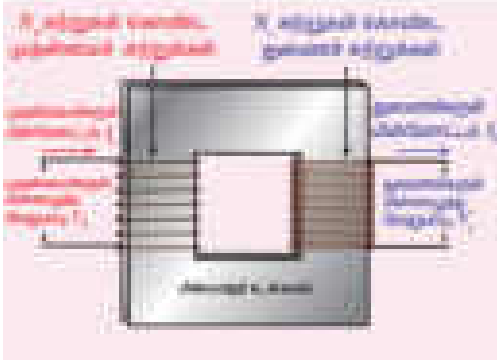
4.6 மின்மாற்றி (TRANSFORMER)

மின்மாற்றி என்பது ஒரு சுற்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மின்திறனை அதன் அதிர்வெண் மாறாமல் மாற்றப்படயன்படும் கருவியாகும். இதில் கொடுக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கிறது அல்லது குறைகிறது மற்றும் தொடர்புடைய சுற்றின் மின்னோட்டத்தை குறைத்தோ அல்லது அதிகரித்தோ இது நிகழ்கிறது.

குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மின்னோட்டமாக மாற்றினால், அது ஏற்று மின்மாற்றி எனப்படும். மாறாக, மின்மாற்றியானது அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டம் மாற்றினால் அது இறக்கு மின்மாற்றி எனப்படும்.

4.6.1. மின்மாற்றியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடு தத்துவம்

மின்மாற்றியின் தத்துவமானது இரு கம்பிச் சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் ஆகும். அதாவது ஒரு கம்பிச்சுருளின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், அதனருகில் உள்ள கம்பிச்சுருளில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.



மின் மாற்றியின் அமைப்பு



சாலையோர மின்மாற்றி

அமைப்பு

மின்மாற்றிகளின் எளிமையான அமைப்பில் மின்மாற்றி உள்ளகத்தின் மீது அதிக பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் கொண்ட இரு கம்பிச்சுருள்கள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக, உள்ளகமானது சிலிக்கன் எஃகு போன்ற நல்ல காந்தப்பொருளினால் செய்யப்பட்ட மெல்லிய தகடுகளால் கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருள்கள் மின்னியலாக காப்பிடப்பட்டு இருந்தாலும், உள்ளகம் மூலம் காந்தவியலாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அளிக்கப்படும் கம்பிச்சுருள் முதன்மைச்சுருள் P எனப்படும். வெளியீடு திறன் எடுக்கப்படும் கம்பிச்சுருள் துணைச்சுருள் S எனப்படும்.

கட்டமைக்கப்பட்ட உள்ளகம் மற்றும் கம்பிச்சுருள்கள் ஆகியவை சிறப்பான மின்காப்பு மற்றும் குளிர்ச்சியை தரத்தகுந்த ஊடகத்தால் நிரப்பப்பட்ட கொள்கலனில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

செயல்பாடு

முதன்மைச்சுருளானது மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டால், மெல்லிய தகடுகளால் ஆன உள்ளகத்துடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் மாறுகிறது. காந்தப்பாயக்கசிவு இல்லையென்றால், முதன்மைச்சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் முழுவதும் துணைச்சுருளோடும் தொடர்பில் இருக்கும். இதன் பொருள் ஒரு சுற்று வழியே செல்லும் காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம், முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருளுக்கு ஒரே அளவாக உள்ளது.

புாயமாற்றத்தின் விளைவாக முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள் இரண்டிலும் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது. முதன்மைச்சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை ϵ_p , அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு V_p க்கு ஏறத்தாழ சமமாக உள்ளது. அது பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது.

$$V_p = \epsilon_p = -N_p \frac{d\Phi_p}{dt}$$

(4.30.)

உள்ளகத்தில் உள்ள மாறுதிசை காந்தப்பாயத்தின் அதிர்வெண் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாகும். எனவே துணைச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையும் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்னையே கொண்டிருக்கும். துணைச்சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை ϵ_s பின்வருமாறு:

$$\epsilon_s = -N_s \frac{d\Phi_s}{dt}$$

இங்கு N_p மற்றும் N_s என்பவை முறையே முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள்களில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும். துணைச்சுற்று திறந்த நிலையில் இருந்தால் $\epsilon_s = V_s$ இங்கு V_s என்பது துணைச்சுருள் இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும்.

$$V_s = \epsilon_s = -N_s \frac{d\Phi_s}{dt}$$

(4.31)

சமன்பாடுகள் (4.30) மற்றும் (4.31) ல் இருந்து

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = K$$

(4.32)

இங்கு மாறிலி K ஆனது மின்னழுத்த மாற்றவிகிதம் எனப்படும். ஒரு இலட்சிய மின்மாற்றிக்கு உள்ளீடு திறன் $V_p I_p =$ வெளியீடு திறன் $V_s I_s$ இங்கு I_p மற்றும் I_s என்பவை முறையே முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம் ஆகும். எனவே,

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

(4.33)

சமன்பாடு 4.33 இல் உள்ள அளவுகளை அவற்றின் பெரும் மதிப்புகளில் எழுதினால்

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = K$$

i) $N_s > N_p$ அல்லது $K > 1$, $\therefore V_s > V_p$ மற்றும் $I_s < I_p$ இந்த நேர்வு ஏற்று மின்மாற்றி ஆகும். இதில் மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் குறைகிறது.

ii) $N_s < N_p$ அல்லது $K < 1$, $\therefore V_s < V_p$ மற்றும் $I_s > I_p$ இது இறக்கு மின்மாற்றி ஆகும்.

இதில் மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைகிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

மின்மாற்றியின் பயனுறுதிறன் (Efficiency of a transformer)

மின்மாற்றியின் பயனுறுதிறன் η என்பது பயனுள்ள வெளியீடு திறனுக்கும் உள்ளீடு திறனுக்கும் உள்ள தகவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\eta = \frac{\text{பயனுறு திறன்}}{\text{உள்நீடு திறன்}} \quad (4.34)$$

மின்மாற்றிகள் அதிக பயனுறு திறன் கொண்ட கருவிகள் ஆகும். 96-99% என்ற வரம்பில் இவற்றின் பயனுறு திறன் அமையும். மின்மாற்றியில் உள்ள பல்வேறு ஆற்றல் இழப்புகள், அவற்றை 100 % பயனுறு திறன் கொண்டதாக இருக்க அனுமதிக்காது.

4.6.2 மின்மாற்றியில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்புகள்

மின்மாற்றிகளில் இயங்கும் பாகங்கள் ஏதும் இல்லை என்பதால் அவற்றின் பயனுறுதிறன், சுழலும் இயந்திரங்களான மின்னியற்றிகள் மற்றும் மின்மோட்டார்களை விட அதிகமாக இருக்கும். இருந்தபோதிலும் மின்மாற்றியில் ஆற்றல் இழப்பை ஏற்படுத்தும் பல காரணிகள் உள்ளன. அவற்றில் சில பின்வருமாறு.

- உள்ளக இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு இந்த இழப்பு மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தில் ஏற்படுகிறது. காந்தத்தயக்க இழப்பு (பகுதி 3.6 ஐக் காண்க) மற்றும் சுழல் மின்னோட்ட இழப்பு ஆகியவை உள்ளக இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு எனப்படும். முதன்மைச்சுருளில் அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் மின்மாற்றி உள்ளகம் திரும்பத்திரும்ப காந்தமாக்கப்படும் மற்றும் காந்தநீக்கம் செய்யப்படும்போது, காந்தத் தயக்கம் ஏற்படுகிறது. அதனால் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் இழப்பு வெப்ப வடிவில் ஏற்படுகிறது. அதிக சிலிக்கன் கொண்ட எ.கினால் மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தை செய்வதன் மூலம் காந்தத்தயக்க இழப்பானது சிறுமமாக குறைக்கப்படுகிறது.

உள்ளகத்தில் மாறுகின்ற காந்தப்பாயம், அதில் சுழல் மின்னோட்டத்தை தூண்டுகிறது. எனவே சுழல் மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு, சுழல் மின்னோட்ட இழப்பு எனப்படும். மெல்லிய தகடுகளால் உள்ளகம் செய்யப்படுவதன் மூலம் இது சிறுமமாக குறைக்கப்படுகிறது.

கை. தாமிர இழப்பு

மின்மாற்றியின் கம்பிச்சுற்றுகளுக்கு மின்தடை உள்ளது. அவற்றின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும்போது, ஜல் வெப்பவினைவினால் குறிப்பிட்ட அளவிலான வெப்பஆற்றல் வெளிவிடப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் இழப்பு தாமிர இழப்பு எனப்படும். அதிக விட்டம் கொண்ட கம்பிகளைப் பயன்படுத்தி இது குறைக்கப்படுகிறது.

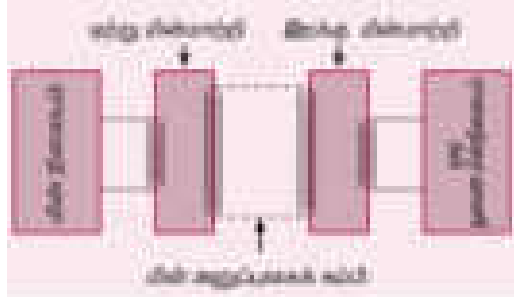
கை. பாயக்கசிவு

முதன்மைச் சுருளின் காந்தப்புலக்கோடுகள் துணைச்சுருளோடு முழுமையாக தொடர்பு கொள்ளாத போது பாயக்கசிவு ஏற்படுகிறது. கம்பிச்சுருள் சுற்றுகளை ஒன்றின் மீது ஒன்றாக சுற்றுவதன் மூலம் பாயக்கசிவினால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பானது குறைக்கப்படுகிறது.

4.6.3. நீண்ட தொலைவு திறன் அனுப்புகையில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நன்மைகள்

மின்திறன் பெரும் அளவில் யுஊ மின்னியற்றியை பயன்படுத்தி, மின்திறன் நிலையங்களில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள் வகையைப் பொறுத்து இந்த மின்திறன் நிலையங்கள் அனல், நீர் மற்றும் அணு மின்நிலையங்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான மின்நிலையங்கள் தொலைதூர இடங்களில் அமைந்துள்ளன. எனவே, உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்திறனானது அவை நுகரப்படும் நகரங்கள் மற்றும் பெரு நகரங்களை அடைய நீண்ட தொலைவுகளுக்கு அனுப்புகை கம்பிகள் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இந்த செயல்முறை மின்திறன் அனுப்புகை எனப்படுகிறது.

ஆனால் திறன் அனுப்புகையில் ஒரு சிரமம் உள்ளது. சில நூறு கிலோமீட்டர் நீளம் உள்ள அனுப்புகை கம்பிகளில் ஏற்படும் ஜல் வெப்பவிளைவினால் ($I^2 R$) ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அளவிலான மின்திறன் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த திறன் இழப்பை i என்ற மின்னோட்டத்தை குறைப்பதாலோ அல்லது மின் அனுப்பகைக்கம்பிகளின் மின்தடை R ஐக் குறைப்பதாலோ சமாளிக்கலாம். மின்தடை R ஐ தடிமனான தாமிரம் அல்லது அலுமினிய கம்பிகளை கொண்டு குறைக்கலாம். ஆனால், இது அனுப்புகை கம்பிகளின் உற்பத்தி விலை மற்றும் தொடர்புடைய



நீண்ட தொலைவிற்கான மின்திறன் அனுப்புகை

செலவீனங்களை அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்த வகையில் திறன் இழப்பைக் குறைக்கும் முறை பொருளாதார ரீதியாக சாத்தியமில்லை.

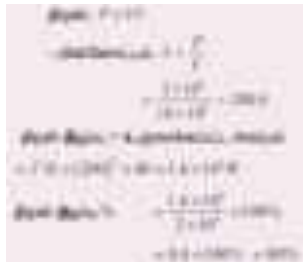
உற்பத்தி செய்யப்பட்ட திறன் மாறுதிசைப்பண்பு கொண்டதால் ஒரு வழி உள்ளது. மின்மாற்றிகளைக் கொண்டு மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உயர்த்தவோ அல்லது குறைக்கவோ முடியும். மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் மிக முக்கியமான இந்தப் பண்பைப் பயன்படுத்தி மின்னோட்டத்தை குறைத்து திறன் இழப்பை பெரும் அளவில் குறைக்கலாம்.

அனுப்பும் இடத்தில் ஏற்று மின்மாற்றியைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாடு உயர்த்தப்படுகிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுகிறது. பிறகு அது மின் அனுப்புகை கம்பிகள் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. இந்த அதிக மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள குறைக்கப்பட்ட மின்னோட்டமானது எவ்வித கணிசமான இழப்பும் இன்றி சேரும் இடத்தை சென்றடைகிறது. ஏற்கப்படும் இடத்தில் இறக்கு மின்மாற்றியைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைக்கப்படுகிறது மற்றும் மின்னோட்டம் தகுந்த அளவுகளுக்கு உயர்த்தப்படுகிறது. பிறகு நுகர்வோர்களுக்கு விநியோகிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மின்திறன் அனுப்புகை திறமையாகவும், சிக்கனமாகவும் செய்யப்படுகிறது.

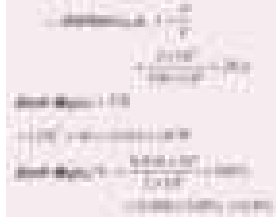
விளக்கம்:

இரு வேறுபட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் 2 MW மின்திறனானது மொத்த மின்தடை $R=40 \Omega$ கொண்ட மின் அனுப்புகை கம்பிகள் வழியாக ஓரிடத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது. ஒன்று குறைவான மின்னழுத்த வேறுபாடு (10 kV) மற்றும் மற்றொன்று உயர் மின்னழுத்த வேறுபாடு (100 kV) இந்த இரு நேர்வுகளிலும் உள்ள திறன் இழப்புகளை தற்போது நாம் கணக்கிட்டு பின் ஒப்பிடுவோம்.

நேர்வு i: $P = 2 \text{ MW}; R = 40\Omega; V = 10\text{kV}$



நேர்வு ii: $P = 2 \text{ MW}; R = 40\Omega; V = 100\text{kV}$



ஆகவே, உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் மின்திறன் அனுப்பப்பட்டால், திறன் இழப்பு பெருமளவு குறைக்கப்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 4.16

ஒரு இலட்சிய மின்மாற்றியானது முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள்களில் முறையே 460 மற்றும் 40,000 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. மின்மாற்றியானது 230V AC மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டால், துணைச்சுருளின் ஒரு சுற்றில் உருவான மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் காண்க. துணைச்சுருளுடன் $10^4 \Omega$ மின்தடைப் பளு இணைக்கப்படுகிறது. பளுவிற்கு வழங்கப்பட்ட திறனைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

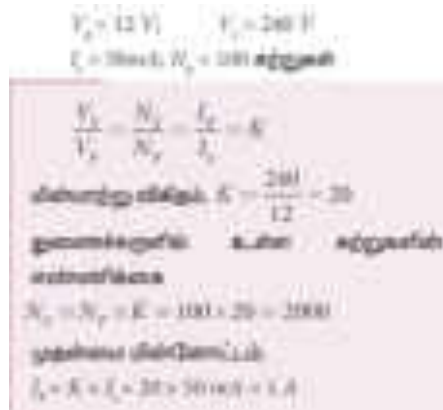
$$N_p = 460 \text{ சுற்றுகள் ; } N_s = 40,000 \text{ சுற்றுகள்}$$

$$V_s = 230 \text{ V; } R_s = 10^4 \Omega$$



எடுத்துக்காட்டு 4.17

மின்புரட்டி (inverter) என்பது நமது இல்லங்களின் பயன்படுத்தப்படும் மின்கருவி ஆகும். வீட்டில் மின்சாரம் இல்லாதபோது, மின்விசிறி அல்லது மின்விளக்கு போன்ற சில கருவிகளை இயக்கத்தேவையான மாறுதிசை மின்னோட்டத்திறனை மின்புரட்டி வழங்குகிறது. மின்புரட்டியின் உள்ளே ஒரு ஏற்று மின்மாற்றி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அது 12V AV ஐ 240 V AC ஆக மாற்றுகிறது. முதன்மைச்சுருள் 100 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. 50 mA மின்னோட்டத்தை புறக்கற்றுக்கு மின்புரட்டி அளிக்கிறது. துணைச்சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் முதன்மை மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

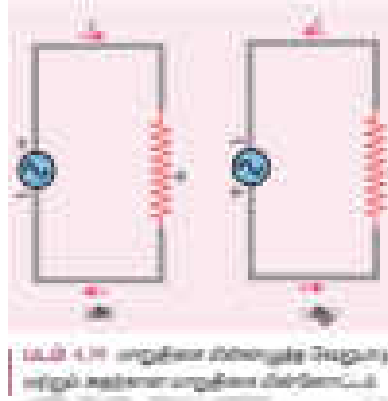


4.7. மாறுதிசை மின்னோட்டம் (ALTERNATING CURRENT)

4.7.1 அறிமுகம்

காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்த ஒரு கம்பிச்சுருளின் திசையமைப்பை மாற்றினால் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை தூண்டப்பட்டு, அதனால் மூடிய சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் பாய்வதை நாம் அறிந்தோம். மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது சீரான நேர இடைவெளியில் முனைவுத்தன்மை (Polarity) மாறுகின்ற மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும். மற்றும் அதனால் விளையும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் திசையும் அதற்கேற்ப மாறுகின்றது.

ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலம் R என்ற மின்தடையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு கணத்தில் மூலத்தின் மேல்முனை நேர்க்குறியாகவும், கீழ்முனை எதிர்க்குறியாகவும் உள்ளன. எனவே மின்னோட்டம் வலஞ்சுழி திசையில் பாய்கிறது. சிறிது நேரம் கழித்து மின்மூலத்தின் முனைகள் திருப்பப்படுகின்றன. அதனால் தற்போது மின்னோட்டம் இடஞ்சுழி திசையில் பாய்கிறது. மாறுபட்ட திசைகளில் சுற்றில் பாயும் இந்த மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டம் எனப்படுகிறது.



சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு

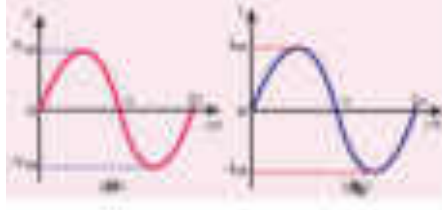
மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அலை வடிவம் சைன் அலை என்றால் அது சைன்வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு எனப்படுகிறது. அதற்கான தொடர்பு

$$v = V_m \sin \omega t \quad (4.35)$$

இங்கு v ஆனது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பு (Instantaneous value) V_m ஆனது பெரும் மதிப்பு (வீச்சு) மற்றும் ω ஆனது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கோண அதிர்வெண் ஆகும். ஒரு மூடிய சுற்றுக்கு சைன்வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அளிக்கப்பட்டால் விளையும் மாறுதிசை மின்னோட்டமும் சைன் வடிவில் உள்ளது. அதன் தொடர்பு

$$i = I_m \sin \omega t \quad (4.36)$$

இங்கு I_m என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும் மதிப்பு (வீச்சு). ஒவ்வொரு அரை சுற்றுக்குப் பிறகும், சைன் வடிவ மின்னழுத்த வேறுபாடு அல்லது மின்னோட்டத்தின் திசை எதிர்த்திசையில் திருப்பப்படுகிறது. அதன் எண்மதிப்பும் தொடர்ச்சியாக மாறுகின்றது.



பேர்திசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு (Mean or Average value of AC)

4.7.1. மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு (Mean or Average value of AC)

ஒரு நேர்திசை மின்னோட்ட அமைப்பில் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு காலத்தைப் பொருத்து மாறாமல் உள்ளன. எனவே அவற்றின் எண்மதிப்புகளைக் குறிப்பிடுவதில் சிரமம் ஏதுமில்லை. ஆனால் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாடு நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபடுகிறது. ஆகவே, ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் எண்மதிப்பை எவ்வாறு குறிப்பிடுவது என்ற கேள்வி எழுகிறது. அதனைக் குறிப்பிட பல வழிகள் இருந்தாலும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு மற்றும் RMS (Root Mean Square) மதிப்பு ஆகிய இரு வழிகளை மட்டும் நமது விவாதத்திற்கு எடுத்துக்கொள்வோம்.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு

ஒரு சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் எண் மதிப்பு நேரத்திற்கு நேரம் மாறிக் கொண்டே இருக்கிறது மற்றும் அதன் திசையானது ஒவ்வொரு அரை சுற்றிற்கும் எதிர்திசையில் திருப்பப்படுகிறது என அறிந்துள்ளோம். நேர் அரை சுற்றின்போது மின்னோட்டம் நேர்க்குறியாக கொள்ளப்படுகிறது மற்றும் எதிர் அரைசுற்றில் அது எதிர்க்குறியாகும். எனவே ஒரு முழு சுற்றிற்கான சமச்சீர் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு சுழி ஆகும்.

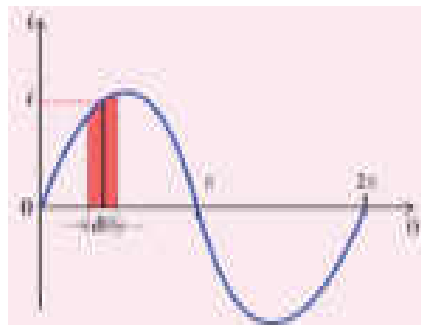
எனவே, சராசரி மதிப்பானது ஒரு சுற்றின் பாதிக்கு மட்டும் அளவிடப்படுகிறது. சராசரி மின்னோட்டம் மற்றும் சராசரி மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகிய மின் சொற்கள், மாறுதிசை மற்றும் நேர்திசை மின்னோட்ட சுற்றுகளை பகுப்பாய்வு செய்வதிலும், கணக்கீடுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு என்பது ஒரு நேர் அரைசுற்று அல்லது எதிர் அரைசுற்றில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் அனைத்து மதிப்புகளின் சராசரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் கணநேர மதிப்பு $i = I_m \sin \omega t = I_m \sin \theta$ (இங்கு $\theta = \omega t$) என்ற சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

ஒரு அரைசுற்றில் உள்ள அனைத்து மின்னோட்டங்களின் கூடுதல், நேர் அரைசுற்றின் (அல்லது எதிர் அரைசுற்று) பரப்பிற்குச் சமமாகும். எனவே

$$I_{avg} = \frac{\text{நேர் அரைசுற்றின் மொத்த மதிப்பு}}{\text{அரைசுற்றின் மொத்த நேரம்}} \quad (4.37)$$



மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சைன் அலைவடிவம்

மின்னோட்ட அலையின் நேர் அரைச்சுற்றில் $d\theta$ தடிமன் கொண்ட ஒரு சிறு பட்டையைக் கருதுக. i என்பது அந்த பட்டையின் மையப்புள்ளிக்கான மின்னோட்ட மதிப்பு எனக்கொள்க.

$$\text{சிறு பட்டையின் பரப்பு} = i d\theta$$



$$\begin{aligned} \text{இது அரைச்சுற்றின் மையம்} &= \int_0^\pi i d\theta = \int_0^\pi I_m \sin\theta d\theta \\ &= I_m [-\cos\theta]_0^\pi = -I_m [\cos\pi - \cos 0] = 2I_m \end{aligned}$$

இதனை சமன்பாடு 4.37 ல் பிரதியிட, நாம் பெறுவது (அரைச்சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம் π ஆகும்.) மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு



$$\begin{aligned} I_{av} &= \frac{2I_m}{\pi} \\ I_{av} &= 0.637 I_m \end{aligned}$$

(4.38)

எனவே மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பானது, அதன் பெரும மதிப்பின் 0.637 மடங்கு ஆகும். எதிர் அரைச்சுற்றுக்கு $I_{av} = -0.637 I_m$

4.7.2. மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பு

RMS என்ற பதம் காலத்தைப் பொருத்து மாறுகின்ற சைன்வடிவ மின்னோட்டங்கள் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளைக் குறிக்கின்றது மற்றும் இது நேர்த்திசை மின்னோட்ட அமைப்புகளில் பயன்படுவதில்லை.

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டங்களின் RMS மதிப்பு என்பது ஒரு சுற்றில் உள்ள அனைத்து மின்னோட்டங்களின் இருமடிகளின் சராசரியின் இருமடி மூலம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது I_{RMS} எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடுகளுக்கு RMS மதிப்பானது V_{RMS} என குறிப்பிடப்படுகிறது.

மாறுதிசை மின்னோட்டம் $i = I_m \sin \omega t$ அல்லது $i = I_m \sin \theta$ வரைபடமாக தொடர்புடைய இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அலையும் புள்ளியிடப்பட்ட கோட்டால் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு முழுச்சுற்றில் உள்ள அனைத்து இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்டங்களின் கூடுதல் இருமடியாக்கப்பட்ட அலையின் ஒரு சுற்றின் பரப்பிற்குச் சமமாகும்.



$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{\int_0^\pi i^2 d\theta}{\int_0^\pi d\theta}}$$

(4.39)

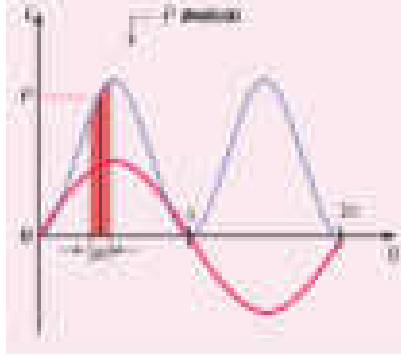
இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அலையின் முதல் அரைச்சுற்றில் $d\theta$ அகலம் கொண்ட சிறு பட்டையின் பரப்பு கருதப்படுகிறது. i^2 என்பது அந்த பட்டையின் மையப்புள்ளிக்கான இருமடி மின்னோட்ட மதிப்பு எனக் கொள்க.

$$\text{சிறு பட்டையின் பரப்பு} = i^2 d\theta$$

இருமடியாக்கப்பட்ட அலையின் ஒரு சுற்றின் பரப்பு



$$= \int_0^\pi i^2 d\theta$$



AC ன் இருமடியாக்கப்பட்ட அலை

$$\begin{aligned}
 &= \int_0^{2\pi} I_m^2 \sin^2 \theta d\theta = I_m^2 \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta \\
 &= I_m^2 \int_0^{2\pi} \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta \\
 &= \frac{I_m^2}{2} \int_0^{2\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta \\
 &= \frac{I_m^2}{2} \left[\theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right]_0^{2\pi} \\
 &= \frac{I_m^2}{2} \left[2\pi - \frac{\sin(2 \cdot 2\pi)}{2} \right] - \left[0 - \frac{\sin 0}{2} \right] \\
 &= \frac{I_m^2}{2} (2\pi - 0) = I_m^2 \pi \quad [\sin 4\pi = \sin 0 = 0]
 \end{aligned}
 \tag{4.40}$$

இதனைச் சமன்பாடு (4.39) ல் பிரதியிட, நாம் பெறுவது (ஒரு சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம் 2π ஆகும்.)

$$\begin{aligned}
 I_{\text{RMS}} &= \sqrt{\frac{I_m^2 \pi}{2\pi}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \\
 I_{\text{RMS}} &= 0.707 I_m
 \end{aligned}
 \tag{4.41}$$

ஆகையால், ஒரு சமச்சீரான சைன் வடிவ மின்னோட்டத்திற்கு அதன் RMS மதிப்பானது அதன் பெரும் மதிப்பில் 70.7 % உள்ளது என காண்கிறோம். இது போன்றே மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு,

$$V_{\text{RMS}} = 0.707 V_m
 \tag{4.42}$$

எனக் கண்டறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.18

50Hz அதிர்வெண் மற்றும் பெரும் மதிப்பு 20 V கொண்ட ஒரு சைன் வடிவ மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கான சமன்பாட்டை எழுதுக. தொடர்புடைய மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் நேரம் இடையேயான வரைபடத்தை வரைக.

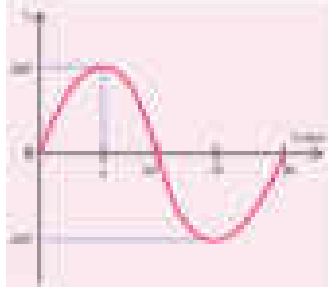
தீர்வு:

$$f = 50 \text{ Hz} ; V_m = 20 \text{ V}$$

கண நேர மின்னழுத்த வேறுபாடு,

$$\begin{aligned}
 v &= V_m \sin \omega t = V_m \sin 2\pi n t \\
 &= 20 \sin(2\pi \times 50 t) = 20 \sin(100 \times 3.14 t) \\
 v &= 20 \sin(314 t) \\
 \text{ஒரு சுழற்சியின் நேரம், } T &= \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ s} \\
 &= 20 \times 10^{-3} \text{ s} = 20 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

அலைவடிவமானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



எடுத்துக்காட்டு 4.19

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சமன்பாடு $i = 77 \sin 314 t$ ஆகும். அதன் பெரும் மதிப்பு, அதிர்வெண், அலைநேரம் மற்றும் $t = 2 \text{ ms}$ ல் கணநேர மதிப்பு ஆகியவற்றைக் காண்க.

தீர்வு:

$$i = 77 \sin 314 t; t = 2 \text{ ms} = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பொதுவான சமன்பாடு $i = I_m \sin \omega t$ உடன் ஒப்பிடும் போது

$$\begin{aligned}
 i &= I_m \sin \omega t \\
 77 \sin 314 t &= I_m \sin \omega t \\
 \therefore I_m &= 77 \text{ A} \\
 \omega &= 314 \text{ rad/s} \\
 \therefore 2\pi n &= 314 \\
 n &= \frac{314}{2\pi} = 50 \text{ Hz} \\
 \therefore T &= \frac{1}{n} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ s} = 20 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

கட்ட வெக்டர் மற்றும் கட்ட விளக்கப்படம் (Phasor and phasor diagram)

கட்ட வெக்டர் (Phasor)

ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடானது (அல்லது மின்னோட்டம்) தொடக்கப்புள்ளியைப் பொருத்து, இடஞ்சுழியாக ω என்ற கோணத்திசைவேகத்துடன் சுழலும் ஒரு வெக்டரால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அத்தகைய ஒரு சுழலும் வெக்டர் கட்ட வெக்டர் எனப்படும். கட்ட வெக்டர் பின்வரும் வகையில் வரையப்படுகிறது.

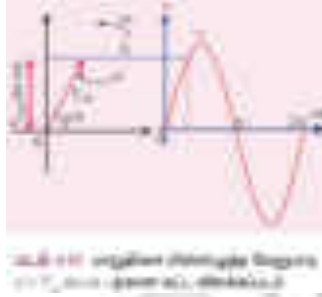
- கோட்டுத்தூண்டின் நீளம், மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) பெரும் மதிப்புக்கு V_m (அல்லது I_m) சமமாக உள்ளது.
- அதன்கோணத்திசைவேகம் மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கோண அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாக உள்ளது.

- எந்த ஒரு செங்குத்து அச்சிலும் உள்ள கட்ட வெக்டரின் வீழ்ச்சியானது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கணநேர மதிப்பைத் தருகிறது.
- கட்ட வெக்டருக்கும், குறிப்பு அச்சுக்கும் (நேர் X அச்சு) இடையே உள்ள கோணம் மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கட்டத்தைக் குறிக்கிறது.

கட்ட வெக்டர் என்ற கருத்து வெவ்வேறு மாறுதிசை மின்னோட்ட சுற்றுகளின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட தொடர்பை ஆராய்வதற்காக அறிமுகப்படுத்தப்படுகிறது.

கட்ட விளக்கப்படம்

பல்வேறு கட்ட வெக்டர்கள் மற்றும் அவற்றின் கட்டத் தொடர்புகளைக் காட்டும் வரைபடம் கட்ட விளக்கப்படம் எனப்படுகிறது. ஒரு சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்ட $v = V_m \sin \omega t$ என்ற சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டை கருதுக. இந்தமின்னழுத்தவேறுபாட்டை \overline{OA} என்றகட்டவெக்டரால் குறிக்கலாம்.



இங்கு \overline{OA} இன் நீளம் பெரும் மதிப்புக்கு (V_m) சமமாகும். Y அச்சின் மீதான அதன் வீழ்ச்சி அந்த நேரத்தின் கணநேர மதிப்பு ($V_m \sin \omega t$) ஐத் தருகிறது. இது X அச்சுடன் ஏற்படுத்தும் கோணம் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கட்டத்தைத் (ωt) தருகிறது.

○ ஐப் பொருத்து \overline{OA} ஆனது இடஞ்சுழித் திசையில் டஎன்ற கோணத்திசைவேகத்துடன்



சுழன்றால், மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அலை வடிவம் தோன்றுகிறது. \overline{OB} இன் ஒருமுழுச் சுழற்சிக்குமின்னழுத்த வேறுபாட்டின் ஒரு சுற்று உருவாகிறது.

அதே சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை $i = I_m \sin (\omega t + \Phi)$ என்ற தொடர்பால் குறிப்பிடலாம். அதுமற்றொருகட்டவெக்டர் \overline{OB} ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு Φ என்பது மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டக்கோணமாகும். இந்த நேர்வில் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட மின்னோட்டமானது Φ என்ற கட்ட அளவில் முந்தி உள்ளது. மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட மின்னோட்டம் பின்தங்கி இருப்பின் $i = I_m \sin (\omega t - \Phi)$ என நாம் எழுதலாம்.

4.7.3. மின்தடையாக்கி மட்டும் உள்ள AC சுற்று



ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் R மின்தடை கொண்ட மின்தடையாக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்று ஒன்றைக் கருதுக. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பானது

$$v = V_m \sin \omega t \quad (4.43)$$

இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு காரணமாக இச்சுற்றில் பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் i ஆனது R இடையே ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உருவாக்குகிறது. அதனை இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$V_R = iR \quad (4.44)$$

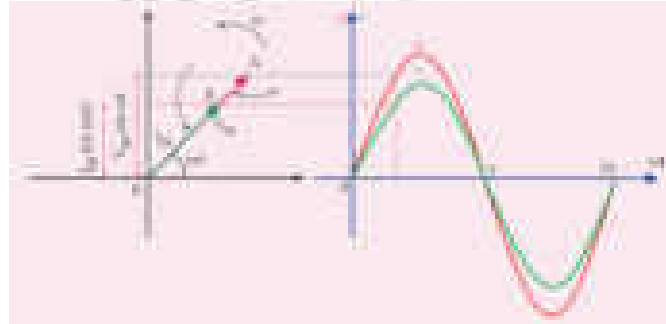
கிரிக்காட்டின் சுற்று விதியின் படி ஒரு மூடிய சுற்றில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை சுழியாகும். இந்த மின்தடைச் சுற்றுக்கு

$$v - V_R = 0$$

சமன்பாடு (4.43) மற்றும் (4.44) இல் இருந்து

$$\begin{aligned} V_m \sin \omega t &= iR \\ i &= \frac{V_m \sin \omega t}{R} \\ i &= I_m \sin \omega t \end{aligned}$$

(4.45)



R மட்டும் உள்ள AC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

இங்கு $\frac{V_m}{R} = I_m$ என்பது சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும் மதிப்பு ஆகும். சமன்பாடுகள்

(4.43) மற்றும் (4.45) இல் இருந்து ஒரு மின்தடைச் சுற்றில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. அதன் பொருள், அவற்றின் பெரும் மற்றும் சிறுமத்தை ஒரே நேரத்தில் அவை அடைகின்றன. இதை கட்ட விளக்கப்படத்தில் காணலாம். மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளதை அலை வரைபடமும் காட்டுகிறது.

4.7.4 மின்தூண்டி மட்டும் உள்ள AC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் L மின்தூண்டல் என கொண்ட மின்தூண்டி இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்று ஒன்றைக் கருதுக. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் சமன்பாடானது

$$v = V_m \sin \omega t \quad (4.46)$$

மின்தூண்டி வழியே பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் சுற்றில் தன் மின்-தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை அல்லது பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசையை தூண்டுகிறது. இந்தப் பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசையானது

$$\epsilon = -L \frac{di}{dt}$$

மின்தூண்டிச் சுற்றுக்கு கிர்க்காஃபின் சுற்று விதியை பயன்படுத்தினால் நாம் பெறுவது



மின்தூண்டி உள்ள AC சுற்று

$$\begin{aligned} V_m \sin \omega t &= L \frac{di}{dt} \\ di &= \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt \end{aligned}$$

இருபுறமும் தொகைப்படுத்த நாம் பெறுவது

$$\begin{aligned} i &= \frac{V_m}{L} \int \sin \omega t dt \\ i &= \frac{V_m}{L\omega} (-\cos \omega t) + \text{const} \end{aligned}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள தொகை மாறிலி நேரத்தைச் சார்ந்ததல்ல. சுற்றில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு நேரத்தைச் சார்ந்துள்ள பகுதியை மட்டுமே கொண்டுள்ளதால் நாம் மின்னோட்டத்தில் உள்ள நேரச்சார்பு இல்லாத பகுதியை (தொகை மாறிலி) சுழியாக்கலாம்.

$$\begin{aligned} \cos \omega t &= \sin(\frac{\pi}{2} - \omega t) \\ -\sin(\frac{\pi}{2} - \omega t) &= \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \\ \therefore \frac{V_m}{L\omega} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) &= i \\ \text{எனவே: } i &= I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad (4.47) \end{aligned}$$

இங்கு $\frac{V_m}{\omega L} = I_m$ என்பது சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும் மதிப்பு ஆகும்.

சமன்பாடு (4.46) மற்றும் (4.47) ல் இருந்து மின்தூண்டிச் சுற்றில்

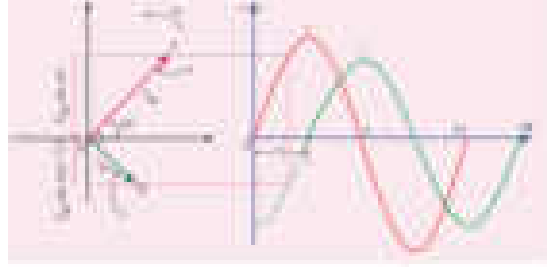
உள்ள மின்னோட்டமானது செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட $\frac{\pi}{2}$ என்ற கட்ட அளவில்

பின்தங்கி உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இது கட்ட விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட 90° பின்தங்கி உள்ளதை அலை வரைபடத்திலும் காணலாம்.

மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு X_L

மின்னோட்டத்தின் பெருமதிப்பு $I_m = \frac{V_m}{\omega L}$ ஆகும். இந்தச் சமன்பாட்டை மின்தடைச் சுற்றின் $I_m = \frac{V_m}{R}$ என்ற சமன்பாட்டுடன் நாம் ஒப்பிடுவோம். மின்தடைச் சுற்றில் மின்தடை ஆற்றிய பங்கினை, இங்கு ωL என்ற அளவு செய்கிறது. மின்தூண்டி அளிக்கும் இந்த மின்தடையானது மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு (X_L) எனப்படும். இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

$$X_L = \omega L$$



L மட்டும் உள்ள AC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

$$X_L = 2\pi f L$$

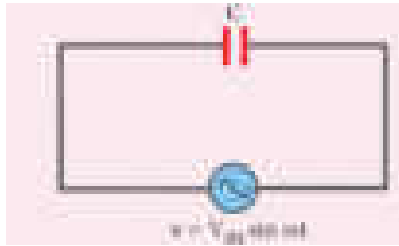
(4.48)

இங்கு f என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் ஆகும். ஒரு நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு $f = 0$. எனவே $X_L = 0$. இதனால் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு இலட்சிய மின்தூண்டி மின்மறுப்பை அளிக்கிறது.

4.7.5 மின்தேக்கி மட்டும் உள்ள AC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் C மின்தேக்குத்திறன் கொண்ட மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்ட சுற்று ஒன்றைக் கருதுக. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடானது.

$$v = V_m \sin \omega t \quad (4.49)$$



மின்தேக்கி உள்ள AC சுற்று

மின்தேக்கியில் உள்ள கணநேர மின்னூட்டம் q என்க. அந்தக் கணத்தில் மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னியக்குவிசை $\frac{q}{c}$ ஆகும்.

$$\text{கிர்க்காஃபின் சுற்றுவிதிப்படி} - \frac{q}{c} = 0$$

$$q = CV_m \sin \omega t$$

மின்னோட்டத்தின் வரையறைப்படி

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CV_m \sin \omega t)$$

$$= CV_m \frac{d}{dt}(\sin \omega t)$$

$$= CV_m \omega \cos \omega t$$

$$\text{எனவே } i = \frac{V_m}{1/C\omega} \sin(\omega t + \pi/2)$$

மின்னோட்டத்தின் கணநேர மதிப்பு

$$i = I_m \sin(\omega t + \pi/2) \quad (4.50)$$

இங்கு $\frac{V_m}{1/C\omega} = I_m$ என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும். சமன்பாடுகள் (4.49) மற்றும்

(4.50) இல் இருந்து, மின்தேக்கிச் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டமானது செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட $\pi/2$ என்ற கட்ட அளவில் முந்தி உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இது வரைபடமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்றுக்கான அலை வரைபடமும், மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட 90° முந்திச் செல்வதைக் காட்டுகிறது.

மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு X_c

மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு $I_m = \frac{V_m}{1/C\omega}$ ஆகும். இந்தச் சமன்பாட்டை மின்தடைச் சுற்றின் $I_m = \frac{V_m}{R}$

என்ற சமன்பாட்டுடன் நாம் ஒப்பிடுவோம். மின்தடைச் சுற்றில் மின்தடை ஆற்றிய பங்கினை, இங்கு $\frac{1}{C\omega}$

என்ற அளவு செய்கிறது. மின்தேக்கி அளிக்கும் இந்த மின்தடையானது மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு (X_c) எனப்படும். இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

மின் தேக்கியின் மின்மறுப்பு (X_c) அதிர்வெண்ணிற்கு எதிர்த்தகவில் மாறுகிறது. நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு $f = 0$

$$\therefore X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{0} = \infty$$

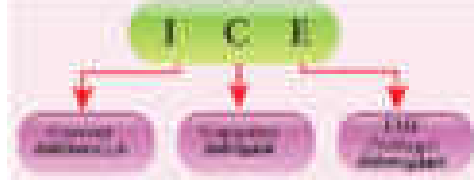
இவ்வாறு, ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்று நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு முடிவிலா மின்மறுப்பை அளிக்கிறது. அதனால் நேர்த்திசை மின்னோட்டம் மின்தேக்கியின் வழியே பாய இயலாது.

ELI என்றால் என்ன?



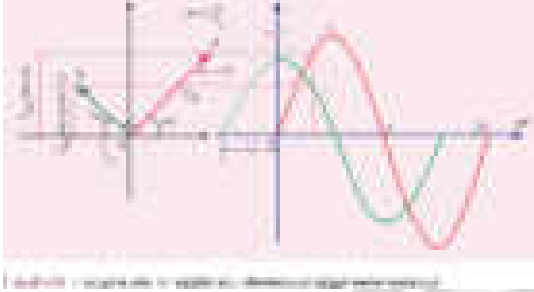
ELI என்பது ஒரு சுருக்கப்பெயர் (Acronym) ஆகும். அதன் பொருள் ஒரு மின்தூண்டிச் சுற்றில் மின்னியக்கு விசை (EMF) மின்னோட்டத்தை (Current) முந்திச் செல்கிறது என்பதாகும்.

ICE என்றால் என்ன?



ICE என்பது ஒரு சுருக்கப் பெயர் ஆகும். அதன் பொருள் ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்றில் மின்னோட்டம் (Current) மின்னியக்குவிசையை (EMF மின்னழுத்த வேறுபாடு) முந்திச் செல்கிறது என்பதாகும்.

மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளின் முடிவுகளை 'ELI ஒரு ICE மனிதன்' என்ற நினைவூட்டுக் குறிப்பின் மூலம் எளிதாக நினைவில் கொள்ளலாம்.



எடுத்துக்காட்டு 4.20

பயனுறு மின்னோட்டம் 6 mA பாயும் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றில் புறக்கணித்தக்க அளவில் மின்தடை கொண்ட ஒரு 400 mH கம்பிச்சுருள் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதிர்வெண் 1000 Hz எனில், கம்பிச்சுருளின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் காண்க.

தீர்வு

$$I = 6 \text{ mA} = 6 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$f = 1000 \text{ Hz}$$

$$\text{மின்தடை மின்னழுத்த வேறுபாடு } V_L = I \times X_L$$

$$= 6 \times 114 = 684 \text{ V}$$

$$= 684 \text{ V}$$

∴ கம்பிச்சுருள் மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$V = I \times X_L = 6 \times 114 = 684 \text{ V}$$

$$V = 684 \text{ V}$$

எடுத்துக்காட்டு 4.21

220V, 50Hz மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு குறுக்கே $\frac{10^2}{\pi} \mu\text{F}$ மின்தேக்குத்திறன்

கொண்ட ஒரு மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக. மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டத்தின் சமன்பாடுகளை எழுதுக.

தீர்வு:

$$C = \frac{10^{-6}}{8} = 12.5 \mu\text{F}, V_{\text{rms}} = 220 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}$$

(i) மின்னோட்டத்தின் மின்னழுத்தம்

$$Z = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 12.5 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times \frac{10^{-2}}{8}} = 100 \Omega$$

(ii) மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பு

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z} = \frac{220}{100} = 2.2 \text{ A}$$

(iii) $V_c = 220 = \sqrt{2} = 311 \text{ V}$

$$I_m = 2.2 \times \sqrt{2} = 3.11 \text{ A}$$

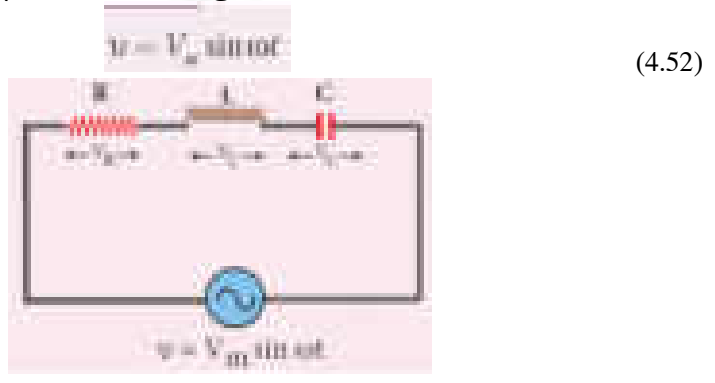
எனவே,

$$i = 3.11 \sin(314t)$$

$$i = 3.1 \sin\left(314t + \frac{\pi}{2}\right)$$

4.7.6.மின்தடையாக்கி, மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கி ஆகியவற்றை தொடரிணைப்பில் கொண்ட AC சுற்று – தொடர் RLC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு குறுக்காக மின்தடை R கொண்ட மின்தடையாக்கி, மின்தூண்டல் எண் L கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்குத்திறன் C கொண்ட மின்தேக்கி ஆகியவற்றை தொடரிணைப்பில் கொண்ட சுற்று ஒன்றைக் கருதுக. செலுத்தப்பட்ட மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் சமன்பாடானது



R, L மற்றும் C உள்ள AC சுற்று

சுற்றில் அக்கணத்தில் விளையும் சுற்று மின்னோட்டம் i என்க. அதன் விளைவாக R, L மற்றும் C க்கு குறுக்காக மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகிறது.

Rக்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_R) i உடன் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளது. Rக்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_L) i ஐ விட $\pi/2$ முந்தி உள்ளது மற்றும் C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_C) i ஐ விட $\pi/2$ பின்தங்கி உள்ளது என்பதை நாம் அறிவோம்.

மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் கட்ட விளக்கப்படம் வரையப்படுகிறது. மின்னோட்டமானது கட்ட வெக்டர் OI ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு V_R , V_L மற்றும் V_C ஆகிய மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் முறையே \overline{OA} , \overline{OB} மற்றும் OC என்கிற கட்ட வெக்டர்களால் குறிக்கப்படுகின்றன. இந்த கட்ட வெக்டர்களின் நீளம் V_L மற்றும் V_C ன் மதிப்பைப் பொருத்து மின்சுற்றானது, மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கி அல்லது மின்தடைப் பண்புள்ளதாக அமையும். $V_L > V_C$ என நாம் கருதுவோம். ஆதனால் L-C இணைக்கு குறுக்கே உள்ள நிகர மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_L - V_C$ ஆகும். இது கட்ட வெக்டர் AD ஆல் குறிக்கப்படுகிறது.

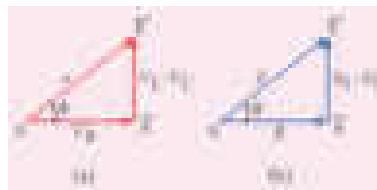
இணைகரவிதியின்படி முலைவிட்டம் \overline{OE} ஆனது V_R மற்றும் $(V_L - V_C)$ ஆகியவற்றின் தொகுப்பின் மின்னழுத்த வேறுபாடு V -ஐத் தருகிறது. அதன் நீளம் OE ஆனது V_m க்குச் சமமாகும். எனவே

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \\ &= \sqrt{(IR)^2 + (I(X_L - X_C))^2} \\ &= I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\ \text{எனவே } Z &= \frac{V}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (1) \end{aligned}$$

Z என்பது சுற்றின் மின்எதிர்ப்பு (Impedance) எனப்படுகிறது. இது தொடர் RLC சுற்றால் சுற்று மின்னோட்டத்திற்கு அளிக்கப்பட்ட பயனுறு மின்எதிர்ப்பைக் குறிக்கிறது. மின்னழுத்த முக்கோணம் மற்றும் மின்எதிர்ப்பு முக்கோணம் ஆகியவை படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



$V_L > V_C$ என்ற நிலையில் தொடர் RLC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம்



$X_L > X_C$ என்ற நிலையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்எதிர்ப்பு முக்கோணம் V மற்றும் i இடையேயான கட்டக்கோணம் கீழ்க்கண்ட தொடர்பிலிருந்து பெறலாம்.

$$\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

சிறப்பு நேர்வுகள்

- அ) $X_L > X_C$ எனில் $(X_L - X_C)$ நேர்க்குறியாகும் மற்றும் Φ என்ற கட்ட கோணமும் நேர்க்குறியாகும். இதன் பொருள் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னோட்டத்தை விட Φ முந்தி உள்ளது. (அல்லது மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட Φ பின்தங்கி உள்ளது) மின்சுற்று மின்தூண்டி பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore v = V_m \sin \omega t : i = I_m \sin (\omega t - \Phi)$$

கை) $X_L < X_C$ எனில் ($X_L - X_C$) எதிர்க்குறியாகும் மற்றும் Φ என்ற கட்ட கோணமும் எதிர்க்குறியாகும். இதன் பொருள் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னோட்டத்தை விட Φ பின்தங்கி உள்ளது. (அல்லது மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட Φ முந்தி உள்ளது) சுற்றானது மின்தேக்கிப் பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore v = V_m \sin \omega t : i = I_m \sin (\omega t + \Phi)$$

கை) $X_L = X_C$ எனில் Φ ஆனது சுழி ஆகும். எனவே, மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகியவை ஒரே கட்டத்தில் உள்ளன. சுற்றானது மின்தடைப் பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore v = V_m \sin \omega t : i = I_m \sin \omega t$$

4.7.7 தொடர் RLC சுற்றில் ஒத்ததிர்வு (Resonance in series RLC Circuit)

செலுத்தப்படும் மாறுதிசை மின்மூலத்தின் அதிர்வெண் (ω_r) ஆனது RLC சுற்றின் இயல்பு அதிர்வெண்ணிற்கு $\left[\frac{1}{\sqrt{LC}} \right]$ சமமாக இருந்தால், சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் பெரும் மதிப்பை அடைகிறது. தற்போது சுற்றானது மின் ஒத்ததிர்வில் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. ஒத்ததிர்வு ஏற்படும் மின்மூலத்தின் அதிர்வெண், ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் எனப்படுகிறது.

$$\text{ஒத்ததிர்வுகோண அதிர்வெண் } \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



கூடுதல் $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
 தொடர் ஒத்ததிர்வில்,
 $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ கூடுதல் $\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$
 $\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$ கூடுதல்
 $X_L = X_C$

மாறுதிசை மின்னோட்ட (AC) சுற்றுகளின் முடிவுகளின் சுருக்கம்			
மின் எதிர்ப்பின் வகை	மின் எதிர்ப்பின் மதிப்பு	மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் மின்னோட்டத்தின் கட்ட கோணம்	திறன் காரணி
மின் தடை	R	0°	1
மின் தூண்டல்	$X_L = \omega L$	90° பின்தங்கி	0
மின் தேக்கி	$X_C = \frac{1}{\omega C}$	90° முந்தி	0

R - L - C	$\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$	0° மற்றும் 90° இடையே பின்தங்கி அல்லது முந்தி	0 மற்றும் 1 இடையே
-----------	--	--	-------------------

X_L மற்றும் X_C ஆகியவை அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதால், செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்ணை மாற்றுவதன் மூலம் ஒத்ததிர்வு நிபந்தனையை ($X_L = X_C$) அடையலாம்.

தொடர் ஒத்ததிர்வின் விளைவுகள்

தொடர் ஒத்ததிர்வு நிகழும்போது சுற்றின் மின்எதிர்ப்பு சிறுமமாகும் மற்றும் அது சுற்றின் மின்தடைக்குச் சமமாகும். இதன் விளைவாக, சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் பெருமமாகிறது. மின்னோட்டம் மற்றும் அதிர்வெண் இடையே வரையப்பட்ட ஒத்ததிர்வு வளைகோட்டில் இது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒத்ததிர்வு நிலையில், மின் எதிர்ப்பானது

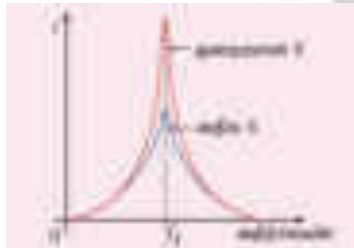
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R \text{ ஏனெனில் } X_L = X_C$$

எனவே, சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டமானது

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

$$I = \frac{V}{R}$$

(4.58)



ஒத்ததிர்வு வளைகோடு

தொடர் ஒத்ததிர்வினால் விளையும் பெரும மின்னோட்டமானது சுற்றில் உள்ள மின்தடையைப் பொருத்து அமையும். சிறிய மின்தடை மதிப்புகளுக்கு, கூர்மையான வளைகோட்டுடன் அமைந்த அதிக மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. மின்தடை அதிகமெனில், தட்டையான வளைகோட்டுடன் அமைந்த குறைந்த மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது.

தொடர் RLC ஒத்திசைவுச் சுற்றின் பயன்பாடுகள்

RLC சுற்றானது வடிப்பான் சுற்றுகள் அலையியற்றிகள், மின்னழுத்த பெருக்கிகள் முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது. தொடர் RLC சுற்றின் ஒரு முக்கிய பயன்பாடானது வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளின் ஒத்திசைவுச் சுற்றுகள் (Tuning circuits) ஆகும். ஒலிபரப்பு நிலையங்களில் இருந்து பல்வேறுபட்ட அதிர்வெண்களில் சைகைகள் வானவெளியில் பரப்பப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்தின் சைகையைப் பெற ஒத்திசைவு செய்யப்படுகிறது.

பொதுவாக ஒத்திசைவானது பின்வருமாறு செய்யப்படுகிறது. இணைத்துட்டு மின்தேக்கியின் மாறுபாட்டு மின்தேக்குத்திறனை மாற்றுவதன் மூலம் சுற்றின் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது. ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்தின் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாகும்போது, சுற்றில் மின்னோட்டத்தின் வீச்சு பெருமமாகிறது. அதன் மூலம் அந்த நிலையத்தின் சைகை மட்டும் ஏற்கப்படுகிறது.

4.7.8. தரக்காரணி அல்லது Q- காரணி (Quality factor or Q - factor)

தொடர் RLC சுற்றில் ஒத்ததிர்வின் போது மின்னோட்டம் பெருமதிப்பை அடைகிறது. மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதால் L மற்றும் C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடும் அதிகரிக்கின்றன. தொடர் ஒத்ததிர்வில் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் பெருக்கம் Q-காரணியால் குறிக்கப்படுகிறது.

Q-காரணி என்பது L அல்லது C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் இடையே உள்ள தகவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Q = \text{காரணி} = \frac{L \omega}{R} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_L}{X_C}$$

ஒத்ததிர்வின் போது சுற்றானது மின்தடைப்பண்பு கொண்டுள்ளது. எனவே செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு R -க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும்.

$$Q = \text{காரணி} = \frac{L \omega}{R} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_L}{X_C} \quad (4.59)$$

$$Q = \text{காரணி} = \frac{1}{R \sqrt{LC}} \quad \text{அல்லது} \quad \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (4.60)$$

$$Q = \text{காரணி} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (4.61)$$

இதன் அர்த்தம் வருமாறு: ஒத்ததிர்வின் போது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட L அல்லது C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு எத்தனை மடங்கு உள்ளது என்பதை குறிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 4.22

தொடர் RLC சுற்றில் உள்ள மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு, மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு மற்றும் மின்தடை ஆகியவை முறையே 184Ω, 144Ω மற்றும் 30Ω எனில் சுற்றின் மின்எதிர்ப்பைக் காண்க. மேலும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையிலான கட்டக் கோணத்தையும் கணக்கிடுக. தீர்வு:

$$X_L = 184 \Omega, X_C = 144 \Omega, R = 30 \Omega$$

(i) மின்தடைப்பை காண்க

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{30^2 + (184 - 144)^2}$$

$$= \sqrt{900 + 1600}$$

$$Z = 50 \Omega$$

(ii) கட்டக் கோணத்தை காண்க

$$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$= \frac{184 - 144}{30} = 1.33$$

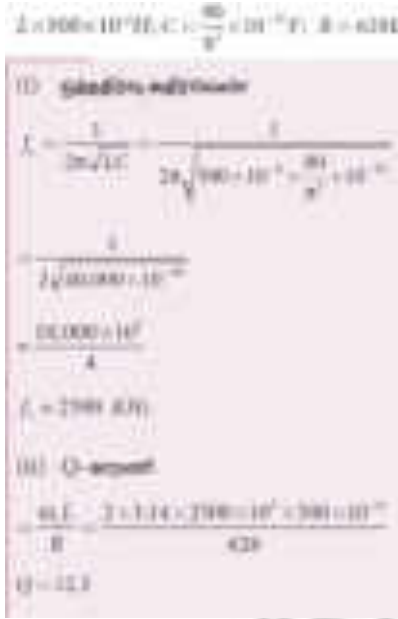
$$\phi = 53.1^\circ$$

கட்டக் கோணம் நேர்க்குறி என்பதால், இந்த மின்தூண்டி சுற்றுக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது மின்னோட்டத்தை விட 53.1° முந்தி உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு 4.23

$500\mu\text{H}$ மின்தூண்டி $\frac{80}{\pi^2}$ pF மின்தேக்கி மற்றும் 628Ω மின்தடை ஆகியவை இணைக்கப்பட்டு தொடர் RLC சுற்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த சுற்றின் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மற்றும் ஒத்ததிர்வில் Q - காரணியைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:



எடுத்துக்காட்டு 4.24

$v = 10 \sin (3\pi \times 10^4 t)$ வோல்ட் என்ற மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பை கொடுக்கப்பட்டுள்ள கணங்களில் கண்டுபிடி i) 0 s ii) $50 \mu\text{s}$ iii) $75 \mu\text{s}$

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாடு $v = 10 \sin (3\pi \times 10^4 t)$



எடுத்துக்காட்டு 4.25

ஒரு மின்தூண்டிச் சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் $0.3 \sin(200 t - 40^\circ)\text{A}$ ஆகும். மின்தூண்டல் எண் 40 mH எனில் அதன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கான சமன்பாட்டை எழுதுக.

தீர்வு:

$$I = 40 \times 10^{-3} \text{ A}, \phi = 0.5 \text{ rad} (200t - 40^\circ)$$

$$X_L = \omega L = 200 \times 40 \times 10^{-3} = 8 \Omega$$

$$V_L = I_L X_L = 0.1 \times 8 = 2.4 \text{ V}$$

ஒரு மின்தூண்டிச்சுற்றின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்னோட்டத்தை விட 90° முந்தி உள்ளது. எனவே,

$$v = V_L \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$v = 2.4 \sin(200t - 40^\circ + 90^\circ)$$

$$v = 2.4 \sin(200t + 50^\circ) \text{ volt}$$

4.8 மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளின் திறன் (POWER IN AC CIRCUITS)

4.8.1. மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளில் திறன் - அறிமுகம்

ஒரு சுற்றின் திறன் என்பது அச்சுற்றில் மின் ஆற்றல் நுகரப்படும் வீதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. அது மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகையால் குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து தொடர்ச்சியாக மாறுகின்றன. முதலில் ஒரு கணத்தில் உள்ள திறனை நாம் கணக்கிட்டு பிறகு ஒரு முழுச்சுற்றுக்கு அதன் சராசரியை மதிப்பிடலாம். தொடர் RLC சுற்றில் கணநேர மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டமானது

$$v = V_m \sin \omega t \text{ மற்றும் } i = I_m \sin (\omega t + \Phi)$$

இங்கு Φ என்பது v மற்றும் i இடையே உள்ள கட்டக்கோணம் ஆகும். கணநேர திறனை (Instantaneous power) இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$\begin{aligned} P &= v i \\ &= V_m I_m \sin \omega t \sin(\omega t + \Phi) \\ &= V_m I_m \sin \omega t (\sin \omega t \cos \Phi + \cos \omega t \sin \Phi) \\ P &= V_m I_m (\cos \Phi \sin^2 \omega t + \sin \Phi \sin \omega t \cos \omega t) \end{aligned} \quad (4.61)$$

இங்கு ஒரு சுற்றுக்கான $\sin^2 \omega t$ இன் சராசரி $\frac{1}{2}$ ஆகும். மற்றும் $\sin \omega t \cos \omega t$ இன் சராசரி சுழியாகும். இந்த மதிப்புகளைப் பிரதியிட்டு, ஒரு சுற்றுக்கான சராசரி திறனைப் பெறலாம்.

$$\begin{aligned} P_{av} &= V_m I_m \cos \Phi \left(\frac{1}{2} \right) \\ &= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \Phi \\ P_{av} &= V_{rms} I_{rms} \cos \Phi \end{aligned}$$

இங்கு V_{RMS} I_{RMS} என்பது தோற்றத்திறன் (Apparent power) எனப்படும். $\cos \Phi$ என்பது திறன் காரணி (Power factor) ஆகும். ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றின் சராசரி திறன் சுற்றின் உண்மைத் திறன் (True power) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

சிறப்பு நேர்வுகள்

- (i) மின்தடைப்பண்புள்ள சுற்றுக்கு, மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டக்கோணம் சுழியாகும் மற்றும் $\cos \Phi = 1$.

$$\therefore P_{av} = V_{RMS} I_{RMS}$$

க) மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கிப் பண்புள்ள சுற்றுக்கு கட்டக் கோணமானது

$$\pm \pi/2 \text{ மற்றும் } \cos \left(\pm \pi/2 \right) = 0.$$

$$P_{av} = 0$$

க) தொடர் RLC சுற்றுக்கு கட்டக்கோணம்

$$\Phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right)$$

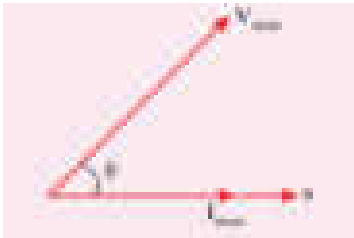
$$\therefore P_{av} = V_{RMS} I_{RMS} \cos \Phi$$

- iv) ஒத்ததிர்வில் உள்ள தொடர் RLC சுற்றுக்கு கட்டக்கோணம் சுழியாகும் மற்றும் $\cos 0^\circ = 1$

$$\therefore P_{av} = V_{RMS} I_{RMS}$$

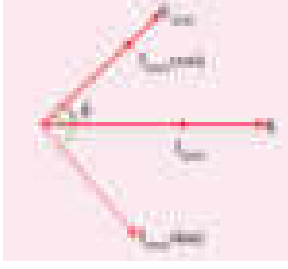
4.8.2. சுழித்திறன் மின்னோட்டம் (Wattless current)

V_{RMS} மற்றும் I_{RMS} இடையே கட்டக்கோணம் Φ கொண்ட ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றைக் கருதுக. கட்ட விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மின்னழுத்த வேறுபாடானது மின்னோட்டத்தை விட Φ கோணம் முந்தி இருப்பதாகக் கொள்க.



V_{RMS} ஆனது I_{RMS} ஐ Φ கட்டம் முந்திச் செல்கிறது.

தற்போது I_{RMS} ஆனது V_{RMS} வழியே $I_{RMS} \cos \Phi$ எனவும் V_{RMS} க்கு குத்தாக $I_{RMS} \sin \Phi$ எனவும் இரு செங்குத்துக் கூறுகளாக பகுக்கப்படுகிறது.



I_{RMS}இன் கூறுகள்

- (i) மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் ஒரே கட்டத்தில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் கூறு (I_{RMS}cosΦ) செயற்படு கூறு எனப்படுகிறது. இக்கூறினால் நுகரப்பட்ட திறன் =V_{RMS} I_{RMS}cosΦ. எனவே இதை முழுத்திறன் கொண்ட மின்னோட்டம் (Wattful current) என அழைக்கப்படுகிறது.
- ii) மின்னழுத்தவேறுபாட்டுடன் கட்டக்கோணம் $\pi/2$ கொண்டொள்ளமற்றொரு கூறு (I_{RMS}sinΦ) ஆனது மின்பறுப்புக்கூறு எனப்படுகிறது. இக்கூறினால் நுகரப்பட்ட திறன் சுழியாகும். எனவே இது 'சுழித்திறன்' மின்னோட்டம் (Wattless current) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச்சுற்றில் நுகரப்பட்ட திறன் சுழியெனில், அந்தச் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் சுழித்திறன் மின்னோட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த சுழித்திறன் மின்னோட்டம் மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கி பண்புள்ள சுற்றில் நிகழ்கிறது.

4.8.3. திறன் காரணி (Power factor)

ஒரு சுற்றின் திறன் காரணி கீழ்க்கண்ட வழிகளில் வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஐ) திறன் காரணி = cosΦ = முந்தி அல்லது பின்தங்கி உள்ள கட்டக்கோணத்தின் கொசைன் மதிப்பு

ஐ) திறன் காரணி = $\frac{R}{Z}$ = மின்தடை/மின்எதிர்ப்பு

ஐ) திறன் காரணி = $\frac{VI \cos \phi}{VI}$

திறன் காரணிகளுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

ஐ) மின்தடைப் பண்புள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன்காரணி =cos0°=1 ஏனெனில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட கோணம் சுழியாகும்.

ஐ) மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கிப் பண்புள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன் காரணி = cos $\left(\pm \frac{\pi}{2}\right)$ = 0.

ஏனெனில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டகோணம் $\pm \frac{\pi}{2}$

ஐ) R,L,மற்றும் C ஐ மாறுபட்ட விகிதங்களில் கொண்டுள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன் காரணி 0 முதல் 1 வரை இருக்கும்.

4.8.4 நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை விட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நன்மைகள் மற்றும் குறைபாடுகள்.

நேர்த்திசை மின்னோட்ட அமைப்பை விட மாறுதிசை மின்னோட்ட அமைப்பில் பல நன்மைகள் மற்றும் சில குறைபாடுகள் உள்ளன.

நன்மைகள்:

- ஐ) நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தைவிட மாறுதிசை மின்னோட்ட உற்பத்திச் செலவு குறைவாகும்.
- ஐ) மாறுதிசை மின்னோட்டம் உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் விநியோகிக்கப்பட்டால் அனுப்புகை இழப்புகள் நேர்த்திசை அனுப்புகையை ஒப்பிட குறைவானதாகும்.
- ஐ) திருத்திகளின் உதவியால் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை எளிதாக நேர்த்திசை மின்னோட்டமாக

மாற்றலாம்.

குறைபாடுகள்:

- ை) மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை சில பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்த இயலாது.
உதாரணமாக மின்கலன்களை மின்னேற்றம் செய்தல், மின்முலாம் பூசுதல் மின்இழுவை போன்றவை.
ை) உயர் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளில் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தைக் காட்டிலும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்துடன் வேலை செய்வது அதிக ஆபத்தானது.

எடுத்துக்காட்டு 4.26

400 kHzஇல் ஒத்ததிரும் தொடர் RLC சுற்றானது $80\mu\text{H}$ மின்தூண்டி $2000\ \Omega$ மின்தேக்கி மற்றும் $50\ \Omega$ மின்தடை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. (i) சுற்றின் Q- காரணி (ii) மின்தூண்டல் எண் மதிப்பு இரு மடங்கானால் மின்தேக்குத்திறனின் புதிய மதிப்பு மற்றும் (iii) Q- காரணியின் புதிய மதிப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$L = 80 \times 10^{-6} \text{ H}, C = 2000 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$R = 50 \ \Omega, f = 400 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$(i) Q = \frac{\omega L}{R}, Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$= \frac{1}{50} \sqrt{\frac{80 \times 10^{-6}}{2000 \times 10^{-12}}} = 8$$

$$(ii) L_2 = 2L \text{ (as given)}$$

$$= 2 \times 80 \times 10^{-6} \text{ H} = 160 \times 10^{-6} \text{ H}$$

$$C_2 = \frac{1}{4R^2 L_2^2}$$

$$= \frac{1}{4 \times 3.14^2 \times (160 \times 10^{-6})^2} = 1000 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$C_2 = 1000 \ \mu\text{F}$$

$$(iii) Q_2 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} = \frac{1}{50} \sqrt{\frac{160 \times 10^{-6}}{1000 \times 10^{-12}}}$$

$$= \frac{1}{50} \sqrt{\frac{16 \times 10^{-4}}{10^{-9}}} = \frac{4 \times 10^2}{50} = 8$$

எடுத்துக்காட்டு

$\frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}$ மின்தேக்குத்திறன் கொண்டமின்தேக்கி, $\frac{2}{\pi} \text{ H}$ மின்தூண்டல் எண் கொண்டமின்தூண்டிமற்றும் 100 மின்தடைகொண்டமின்தடையாக்கிஆகியவை இணைக்கப்பட்டு,ஒருதொடர் RLC சுற்றுஉருவாக்கப்பட்டுள்ளது. 220 V , 50 Hz உள்ள ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்டால் (i) சுற்றின் மின்திரிப்பு (ii) சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு (iii) சுற்றின் திறன் காரணி மற்றும் (iv) ஒத்ததிரவில் சுற்றின் திறன் காரணி ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$L = \frac{2}{\pi} \text{ H}, C = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ F}, R = 100 \ \Omega$$

$$V_{\text{rms}} = 220 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}$$



LC சுற்றுகளில் அலைவு (OSCILLATION IN LC CIRCUITS)

LC அலைவுகள் - அறிமுகம்

மின்தூண்டிகள் மற்றும் மின்தேக்கிகளில் ஆற்றலை சேமிக்கலாம் என நாம் அறிந்துள்ளோம். ஆற்றலானது மின்தூண்டிகளில் காந்தப்புல வடிவிலும், மின்தேக்கிகளில் மின்புல வடிவிலும் சேமிக்கப்படுகிறது.

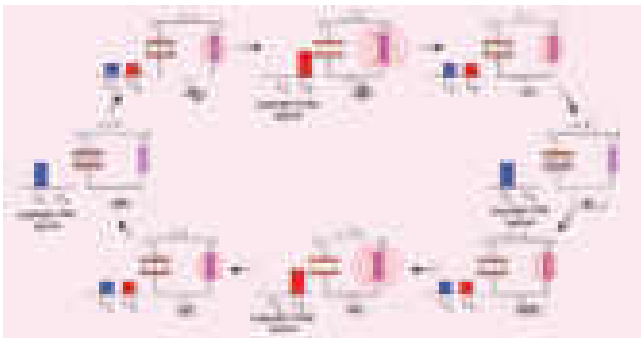
மின்தூண்டல் எண் L கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கத்திறன் C கொண்ட மின்தேக்கி ஆகியவற்றை கொண்டுள்ள ஒரு சுற்றுக்கு ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போதெல்லாம், ஆற்றலானது மின்தூண்டியின் காந்தப்புலம் மற்றும் மின்தேக்கியின் மின்புலம் இடையே முன்னும் பின்னமாக அலைவுறுகிறது. இதனால் வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அலைவுகள் LC அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

LC அலைவுகள் உருவாதல்:

தொடக்க நிலையில் மின்தேக்கியானது Q_m என்ற பொரும மின்னூட்டத்தைக் கொண்டு முழுவதும் மின்னேற்றம் செய்யப்பட்டதாகக் கருதுவோம். ஆகையால் மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பெருமமாகும் மற்றும் அது $U_E = \frac{Q_m^2}{2C}$ என குறிக்கப்படுகிறது. மின்தூண்டியில் மின்னோட்டம் இல்லாததால் அதில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் சுழியாகும். அதாவது $U_B = 0$. எனவே ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாகும். இது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்தேக்கி தற்போது மின்தூண்டி வழியே மின்னிறக்கம் அடையத் தொடங்கிவலஞ்சுழியாக i என்ற மின்னோட்டத்தை நிறுவுகிறது. இந்த மின்னோட்டம் மின்தூண்டியைச் சுற்றி ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது மற்றும் மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் $U_B = Li^2/2$. மின்தேக்கியில் உள்ள

மின்னூட்டம் குறைவதால், அதனுள் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலும் குறைகிறது மற்றும் அதனை $U_E = q^2/2C$ என எழுதலாம். இவ்வாறு ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மின்தேக்கியில் இருந்து, மின்தூண்டிக்கு மாறுகிறது. அந்தக் கணத்தில் மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும்.



மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டங்கள் தீர்ந்தவுடன், அதன் ஆற்றல் சுழியாகிறது. அதாவது $U_E = 0$ ஆற்றலானது மின்தூண்டியின் காந்தப்புலத்திற்கு முழுவதுமாக மாற்றப்படுகிறது மற்றும் அதன் ஆற்றல் பெருமமாகிறது. இந்தபெருமஆற்றல் $U_B = \frac{Li_m^2}{2}$ இங்கு I_m என்பது சுற்றில் பாயும் பெரும மின்னோட்டம் ஆகும். தற்போது ஆற்றல் முழுவதும் காந்த ஆற்றலாகும்.

மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் சுழியானாலும், அதே திசையில் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து பாயும். ஏனெனில், மின்னோட்டம் உடனடியாக நிற்பதற்கு மின்தூண்டி அனுமதிப்பதில்லை. மின்தூண்டியின் சரிகின்ற காந்தப்புலமானது, சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வதை காந்தப்பலமானது, சுற்றி மின்னோட்டம் பாய்வதை உறுதி செய்கிறது. ஆனால் மின்னோட்டத்தின் எண்மதிப்பு குறைகிறது. தற்போது மின்தேக்கியானது எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் அடையத் தொடங்கும். ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மின்தூண்டியில் இருந்து மீண்டும் மின்தேக்கிக்கு மாறுகிறது. மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும்.

சுற்றில் மின்னோட்டம் சுழியாகக் குறையும் போது மின்தேக்கியானது எதிர்த்திசையில் முழுவதுமாக மின்னோட்டம் அடைகிறது. மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பெருமமாகிறது. மின்னோட்டம் சுழி என்பதால் மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் சுழியாகும். ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாகும்.

மின்சுற்றின் தற்போதைய நிலையானது தொடக்க நிலையைப் போன்றதே. ஆனால் மின்தேக்கி எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் அடைந்துள்ளது என்பது வேறுபாடாகும். மின்தேக்கியானது இடஞ்சுழி மின்னோட்டத்துடன் மின்தூண்டி வழியாக மின்னிறக்கம் அடையத் தொடங்குகிறது. மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும்.

ஏற்கனவே விளக்கியவாறு, செயல்முறைகள் யாவும் எதிர்த்திசையில் மீண்டும் நிகழ்கின்றன. இறுதியாக சுற்று அதன் தொடக்க நிலைக்கு திரும்புகிறது. இவ்வாறு சுற்று இந்த நிலைகளைக் கடந்து சென்றால், சுற்றில் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த செயல்முறை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்ந்தால், வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகள் உருவாக்கப்படுகிறது. இவை LC அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

இலட்சிய LC சுற்றில், ஆற்றல் இழப்பு இல்லை. எனவே அலைவுகள் காலவரையின்றி நடைபெறும். அத்தகைய அலைவுகள் தடையற்ற அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

LC அலைவுகளில் ஆற்றல் மாறா நிலை:

LC சுற்றுகளில் நடைபெறும் LC அலைவுகளின் போது அமைப்பின் ஆற்றலானது, மின்தேக்கியின் மின்புலம் மற்றும் மின்தூண்டியின் காந்தப்புலம் இடையே அலைவுகிறது. இந்த இரு ஆற்றல் வடிவங்களும் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினாலும் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது. அதன் பொருள், ஆற்றல் மாறா விதிக்கு ஏற்ப LC அலைவுகள் நடைபெறுகின்றன என்பதாகும்.

$$\text{மொத்தஆற்றல் } U = U_E + U_B = \frac{q^2}{2C} + \frac{1}{2} Li^2$$

LC அலைவுகளின் போது 3 வேறுபட்ட நிலைகளைக் கருதுவோம் மற்றும் அமைப்பின் மொத்த ஆற்றலைக் கணக்கிடுவோம்.

நேர்வு (i) மின்தேக்கியின் மின்னூட்டம் $q = Q_m$ மற்றும் மின்தூண்டியின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் $i = 0$ எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{Q_m^2}{2C} + 0 = \frac{Q_m^2}{2C}$$

இங்கு மொத்த ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாக உள்ளது.

நேர்வு (ii) மின்னூட்டம் = 0; மின்னோட்டம் = I_m எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

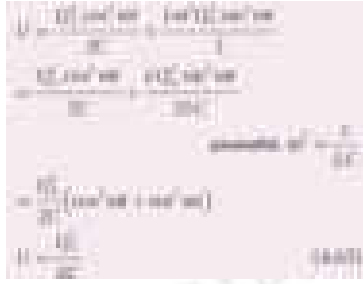


இங்கு மொத்த ஆற்றல் முழுவதும் காந்த ஆற்றலாக உள்ளது.

நேர்வு (iii) மின்னூட்டம் = q ; மின்னோட்டம் = i எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{q^2}{2C} + \frac{1}{2} Li^2$$

இங்கு $q = Q_m \cos \omega t$, $i = -\frac{dq}{dt} = Q_m \omega \sin \omega t$. மின்னூட்டத்தில் உள்ளதிர்குறியானது, நேரத்தைச் சார்ந்து மின்னோட்டம் குறைவதைக் காட்டுகிறது. எனவே



மேற்கண்ட மூன்று நேர்வுகளில் இருந்து, அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

LC அலைவுகள் மற்றும் தனிச்சீரிசை அலைவுகள் இடையே உள்ள ஒப்புமைகள்

(i) பண்புசார் முறை (Qualitative treatment)

LC அமைப்பின் மின்காந்த அலைவுகளை ஒரு சுருள்வில்-நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் ஒரு சுருள்வில்-நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் அலைவுகளுடன் ஒப்பிடலாம்.

LC அலைவுகளில் இரு வகையான ஆற்றல் உள்ளன. ஒன்று மின்னேற்றம் செய்யப்பட்ட மின்தேக்கியின் மின் ஆற்றல்: மற்றொன்று மின்னோட்டம் தாங்கிய மின்தூண்டியின் காந்த ஆற்றல்.

இரு அலைவுறு அமைப்புகளில் ஆற்றல்

LC அலையியற்றி	சுருள்வில் - நிறை அமைப்பு
பாகம் ஆற்றல்	பாகம் ஆற்றல்
மின்தேக்கியின் ஆற்றல் = $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} \right) q^2$	சுருள்வில் நிலை ஆற்றல் = $\frac{1}{2} k x^2$
மின்தூண்டிகாந்த = $\frac{1}{2} Li^2$ $i = \frac{dq}{dt}$	நிறை இயக்க ஆற்றல் = $\frac{1}{2} m v^2$ $v = \frac{dx}{dt}$

இதுபோன்று, சுருள்வில் - நிறை அமைப்பின் இயந்திர ஆற்றலும் இரு வகையான உள்ளன: அழுக்கப்பட்ட அல்லது நீட்டப்பட்ட சுருள்வில்லின் நிலையாற்றல் மற்றும் நிறையின் இயக்க ஆற்றல். இந்த இரு ஆற்றல் சோடிகள் அட்டவணை இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை ஐ ஆய்வு செய்வதன் மூலம், பல்வேறு அளவுகளுக்கு இடையே உள்ள ஒப்புமைகளைப் புரிந்து கொள்ளலாம். இந்தத் தொடர்புகள் அட்டவணை 4.4 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சுருள்வில் - நிறை அமைப்பில் நடைபெறும் அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண் ஆனது பின்வருமாறு கோண அதிர்வெண் ஆனது பின்வருமாறு.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

அட்டவணை 4.4 இல் இருந்து $k \rightarrow \frac{1}{C}$ மற்றும் $m \rightarrow L$. எனவே LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண் ஆனது

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(ii) அளவுசார் முறை (Quantitative treatment)

சுருள்வில் - நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் ஆற்றல் ஆனது

x மற்றும் v இன் மாறுபடும் மதிப்புகளுக்கு, ஆற்றல் E மாறாமல் இருக்கிறது. நேரத்தைப் பொருத்து E-ஐ வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

மின் மற்றும் இயந்திர அளவுகளுக்கு இடையே உள்ள ஒப்புமைகள்

மின் அமைப்பு	இயந்திர அமைப்பு
மின்னூட்டம் q	இடப்பெயர்ச்சி x
மின்னோட்டம் $i = \frac{dq}{dt}$	திசைவேகம் $v = \frac{dx}{dt}$
மின்தூண்டல் எண் L	நிறை m
மின்தேக்குத்திறனின் தலைகீழி $\frac{1}{C}$	விசை மாறிலி k
மின் ஆற்றல் $= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} \right) q^2$	நிலைஆற்றல் $= \frac{1}{2} k x^2$
காந்தஆற்றல் $= \frac{1}{2} Li^2$	இயக்கஆற்றல் $= \frac{1}{2} m v^2$
மின்காந்தஆற்றல் $U = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} \right) q^2 + \frac{1}{2} Li^2$	இயந்திரஆற்றல் $E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2$



இதுவே சுருள்வில் - நிறை அமைப்பின் அலைவுகளின் வகைக்கெழு சமன்பாடாகும். சமன்பாடு இன் பொதுவான தீர்வு

$$X_m = X_m \cos(\omega t + \phi)$$

என்ற வடிவில் இருக்கும். இங்கு X_m என்பது $x(t)$ இன் பெருமதிப்பு, ϕ என்பது கோண அதிர்வெண் மற்றும் ϕ என்பது கட்டமாறிலியாகும்.

இது போன்று, LC அமைப்பின் மின்காந்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} \right) q^2 = \text{மாறிலி}$$

நேரத்தைப் பொருத்து U -வை வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

$$\frac{dU}{dt} = \frac{1}{2} L \left(2i \frac{di}{dt} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} \right) \left(2q \frac{dq}{dt} \right) = 0$$

$$\text{எனவே } L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} q = 0 \quad (4.71)$$

$$\text{எனவே } L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C} i = 0 \quad (4.72)$$

சமன்பாடு (4.71)- இன் பொதுவான தீர்வு

$$q(t) = Q_m \cos(\omega t + \phi)$$

என்ற வடிவில் இருக்கும். இங்கு Q_m என்பது $q(t)$ இன் பெருமதிப்பு, ϕ என்பது கோண அதிர்வெண் மற்றும் ϕ என்பது கட்டமாறிலியாகும்.

LC சுற்றில் மின்னோட்டம்

LC சுற்றில் பாய்கின்ற மின்னோட்டம் ஆனது $q(t)$ -ஐ நேரத்தைப் பொருத்து வகைப்படுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகிறது

$$q(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} (Q_m \cos(\omega t + \phi))$$

$$= -\omega Q_m \sin(\omega t + \phi) \quad \text{எனவே } i = -\omega Q_m \sin(\omega t + \phi) \quad (4.73)$$

மின்னோட்டமானது நேரம் t -ஐச் சார்ந்து மாறுபடுவதை சமன்பாடு தெளிவாகக் காட்டுகிறது. உண்மையில் இது கோண அதிர்வெண் ω கொண்ட ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்டம் ஆகும்.

LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண்

சமன்பாடு (4.72) இருமுறை வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

$$\frac{d^2 q}{dt^2} = -\omega^2 Q_m \cos(\omega t + \phi)$$

சமன்பாடுகள் (4.72) மற்றும் (4.74) ஐ, சமன்பாடு (4.71) இல் பிரதியிட

$$\left[-\frac{Q_m \sin(\omega t + \phi)}{C} + \frac{1}{C} Q_m \cos(\omega t + \phi) \right] = 0$$

சமன்பாட்டை மாற்றியமைக்கும் போது, LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வேண் பின்வருமாறு கிடைக்கிறது.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

இந்தச் சமன்பாடும், பண்புசார் ஒப்புமையிலிருந்து பெறப்பட்ட சமன்பாடும் ஒன்றாகும்

மின் மற்றும் காந்த ஆற்றலின் அலைவுகள்

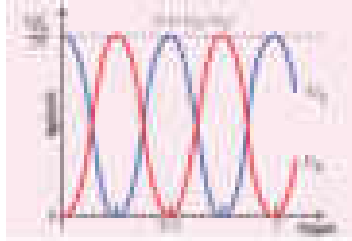
LC அலையியற்றியின் மின் ஆற்றல் ஆனது

$$U_E = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{Q_m^2 \cos^2(\omega t + \phi)}{2C}$$

காந்த ஆற்றல் ஆனது

$$U_B = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{Q_m^2 \sin^2(\omega t + \phi)}{2C}$$

$\phi = 0$ என்றுகருதிக்கொண்டால், இரு ஆற்றல்களுக்கான வரைபடம் வரைந்தால், படம் 4.58 நமக்கு கிடைக்கிறது.



நேரத்தின் சார்பாக U_E மற்றும் U_B மாறுபடுதல்

வரைபடத்திலிருந்து குறிக்கப்பட வேண்டியதாவது

(i) எந்தகணத்திலும் $U_E + U_B = \frac{Q_m^2}{2C} = \text{மாறிலி}$

(ii) U_E மற்றும் U_B ஆகிய இரண்டின் பெருமமதிப்புகளும் $\frac{Q_m^2}{2C}$ ஆகும்.

(iii) U_E பெருமமாக U_B உள்ளபோது, சுழியாகவும் மற்றும் நேர்மாறாகவும் உள்ளது.

Electricity

6th அறிவியல்

தொகுதி- 2

அலகு-II மின்னியல்

தமிழகத்தின் முக்கியமின் நிலையங்கள்:

அனல்மின் நிலையங்கள் (கடலூர் மாவட்டத்தில் நெய்வேலி, திருவள்ளூர் மாவட்டத்தில் எண்ணூர்), நீர்மின் நிலையங்கள் (சேலம் மாவட்டத்தில் மேட்டூர், திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் பாபநாசம்), அணுமின்நிலையங்கள் (காஞ்சிபுரம் மாவட்டத்தில் கல்பாக்கம், திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் கூடங்குளம்), காற்றாலைகள் (கன்னியாகுமரி மாவட்டத்தில் ஆரல்வாய்மொழி மற்றும் திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் கயத்தாறு). இவற்றைத் தவிரப் பல்வேறு இடங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள சூரியஒளித் தகடுகள் மூலமும் பரவலாக மின்சாரம் பெறப்படுகிறது.

மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் எவ்வாறு மின் உற்பத்தி செய்கின்றன? எனச் சுருக்கமாகக் காண்போம்.

1. அனல்மின் நிலையங்கள்

அனல்மின் நிலையங்களில் நிலக்கரி, டீசல் அல்லது வாயுக்களை எரிப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றலால் நீராவி உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த நீராவி யால் டர்பைன் இயங்குகிறது. டர்பைன் இயங்கும் பொழுது இரு மின்காந்தங்களுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ள கம்பிச் சரள் சுழல்வதால் உருவாகும் மின்காந்தத் தூண்டலால் மின்சாரம் உருவாக்கப்படுகிறது. இங்கு வெப்ப ஆற்றலானது மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

2. நீர்மின் நிலையங்கள்

நீர்மின் நிலையங்களில் அணைக் கட்டி லிருந்து பாயும் நீரால் டர்பைன் சுழற்றப்பட்டு மின்சாரம் உருவாக்கப்படுகிறது. இங்கு இயக்க ஆற்றல் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. நீர்மின் நிலையங்கள் அதிககாலம் இயங்கக் குடியவை மற்றும் சிக்கனமானவை.

3. அணுமின் நிலையங்கள்

அணுமின் நிலையங்களில் அணுக்கரு ஆற்றலைக் கொண்டு நீரானது கொதிக்க வைக்கப்படுகிறது. இதனால் உருவாகும் நீராவியைக் கொண்டு டர்பைன் இயக்கப்படுகிறது. டர்பைனின் இயக்கத்தால் மின்சாரம் உருவாக்கப்படுகிறது. இங்கு அணுக்கரு ஆற்றலானது இயக்க ஆற்றலாகவும் பின் மின்னாற்றலாகவும் மாற்றப்படுகிறது.

4. காற்றாலை நிலையங்கள்

காற்றாலைகளில், காற்றின் ஆற்றலால் டர்பைன் சுழற்றப்படுகிறது. இதன் மூலம் மின்சாரம் உருவாகிறது. இங்கு இயக்க ஆற்றல் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

மின்கலன்

மின்கலன் என்பது வேதியாற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றும் ஒரு கருவியாகும். நேர் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளைத் தரக்கூடிய வேதிக்கரைசல் மின்பகுளியாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதில் இரு வேறுபட்ட உலோகத் தகடுகள் மின்முனைகளாகப் பொருத்தப்பட்டு மின்கலன் உருவாக்கப்படுகிறது. வேதிவினைகள் மூலம் ஒருமின் முனை நேர்மின்வாயாகவும், மற்றமின் முனை எதிர் மின்வாயாகவும் செயல்பட்டு மின்சாரத்தைத் தருகிறது.

தொடர்ந்து மின்னோட்டத்தை வழங்குவதைப் பொறுத்து மின்கலன்கள் முதன்மை மின்கலன்கள் மற்றும் துணை மின்கலன்கள் என இரு வகைப்படும்.

முதன்மை மின்கலன்கள்

இவ்வகை மின்கலன்களை மீண்டும் மின்னேற்றம் செய்ய இயலாது. எனவே, இவற்றை ஒரு முறை மட்டுமே பயன்படுத்த இயலும். பொதுவாக முதன்மை மின்கலன்கள் சிறிய உருவ அளவுகளில் மட்டுமே தயாரிக்கப்படுகின்றன.

எ.கா: சுவர்க் கடிகாரம், கைக் கடிகாரம் மற்றும் ரோபோ பொம்மைகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் மின்கலன்கள்.

துணைமின்கலன்கள்

துணைமின்கலன் என்பது பலமுறைமின்னேற்றம் செய்து தொடர்ந்து பயன்படுத்தக்கூடியது. ஒருமுறை பயன்படுத்தியபின், மீண்டும் மீண்டும் மின்னேற்றம் செய்யப்பட்டு தொடர்ந்து மின்னோட்டம் உருவாக்கப்படுகிறது. துணைமின்கலன்களின் உருவளவு அதன் பயன்பாட்டைப் பொறுத்து சிறியதாக அல்லது பெரியதாக இருக்கும். கைபேசியில் பயன்படுத்தப்படும் துணைமின்கலனின் அளவு உள்ளங்கையளவு சிறியதாகவும், கனரகவாகனங்களான மிகுந்து மற்றும் பேருந்து போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் துணைமின்கலன்கள் பெரியதாகவும் கனமானவையாகவும் இருக்கும்.

எ.கா: கைபேசிகள், மடிக்கணினிகள், அவசரகால விளக்குகள் மற்றும் வாகனங்கள் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் மின்கலன்கள்.

மின்கல அடுக்கு

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின்கலன்களை இணைத்து, மின்கல அடுக்கு உருவாக்கப்படுகிறது. மின்கல அடுக்கு என்பது பல மின்கலன்களின் தொகுப்பாகும்.

மின்சுற்றுகள்

தாத்தாசெல்வியிடம் டார்ச் விளக்கு எடுத்து வரச் சொல்கிறார். டார்ச் விளக்கு எடுத்து வரும் பொழுது கீழே விழுந்து மின்கலன்கள் வெளியே வந்து விட்டன. மின்கலன்களை உள்ளே வைத்து இயக்கியும் டார்ச் விளக்கு ஒளிரவில்லை.

டார்ச் விளக்குப் முதலடைந்து விட்டதாகக் கருதி செல்வி அழித் தொடங்கினாள். அங்கு வந்த அவளது மாமா, மின்கலன்களை சரியாகப் பொருத்தி டார்ச் விளக்கை ஒளிரச் செய்தார்.

செல்வியின் முகமும் ஒளிர்ந்தது. மாமாகாரணத்தைக் கூறி மின்சுற்றுகள் குறித்து அவளுக்கு விளக்கினார்.

மின்சுற்று என்பது மின்கலத்தின் நேர்முனையிலிருந்து எதிர்முனைக்கு மின்னோட்டம் செல்லும் தொடர்ச்சியான மூடிய பாதையாகும்.

மின்சுற்று என்பது பொதுவாகப் பின்வருவனவற்றால் உருவாக்கப்படும்.

அ) மின்கலன் (அ) மின்கல அடுக்கு - மின்னோட்டத்தைத் தரும் மூலம்.

ஆ) இணைப்புக்கம்பிகள் - மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்ல.

ஆ) மின்விளக்கு - போன்ற மின்னாற்றலைப் பயன்படுத்தும் அமைப்பு.

ஈ) சாவி - மின்னோட்டத்தைத் தேவையானபோது செலுத்தவோ, நிறுத்தவோ பயன்படும் அமைப்பு. இது மின்சுற்றின் எப்பகுதியிலும் இணைக்கப்படலாம்.

அ. திறந்த மின்சுற்று

ஒரு மின் சுற்றில் சாவியானது திறந்த நிலையில் (OFF) இருந்தால் அந்த மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் செல்லாது. அத்தகைய மின் சுற்று திறந்த மின் சுற்று எனப்படும். இதில் மின் விளக்கு ஒளிராது.

ஆ. மூடிய மின்சுற்று

ஒரு மின் சுற்றில் சாவியானது மூடிய (ON) நிலையில் இருப்பின் அந்தச் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயும். எனவே மின்விளக்கு ஒளிரும். இது மூடிய மின்சுற்று எனப்படும். உனக்குக் கிடைக்கும் எளிய பொருள்களைக் கொண்டு உன்னால் ஒரு சாவியை (switch) உருவாக்க முயற்சி செய்.

மின்சுற்றின் வகைகள்

1. எளிய மின்சுற்று

2. தொடரிணைப்பு
3. பக்க இணைப்பு

1. எளியமின்சுற்று

ஒருசாவி,ஒருமின்கலன் மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகொண்டுஉருவாக்கப்படும் மின்சுற்றுஎளியமின்சுற்றுஎனப்படும்.

2. தொடர் இணைப்புமின்சுற்று

ஒன்றுக்குமேற்பட்டமின் விளக்குகள் தொடராக இருக்குமாறுசாவி,மின்கலன் மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள் மூலம் இணைக்கப்படும் மின்சுற்றுதொடர் இணைப்புமின்சுற்றுஎனப்படும். இந்தமின்சுற்றில் ஏதேனும் ஒருமின்விளக்குபழுதடைந்தாலும் மின்சுற்றுதொடரில் உள்ளஅனைத்துவிளக்குகளும் அணைந்துவிடும்.

3. பக்க இணைப்புமின்சுற்று

ஒன்றுக்குமேற்பட்டமின் விளக்குகள் இணையாக இருக்குமாறுசாவிகள்,மின்கலன் மற்றும் இணைப்புக்கம்பிகள் கொண்டுஉருவாக்கப்படுவதுபக்க இணைப்புமின்சுற்றுஎனப்படும். இந்தமின்சுற்றில் ஏதேனும் ஒருமின்விளக்குபழுதடைந்தாலும்,அந்த இணைப்பில் மற்றவிளக்குகள் எரியும். எனவே,வீடுகளில் பக்க இணைப்புமுறையேபின்பற்றப்படுகிறது.







ஈல் என்னும் ஒருவகைமின் மின்சாரத்தைஉருவாக்கும் திறன் கொண்டது. இவைமின்னதிர்வைவெளியிட்டுஎதிரிகளிடமிருந்துதங்களைக் காத்துக் கொள்ளவும்,தங்களதுஉணவைப் பிடிக்கவும் செய்கின்றன.


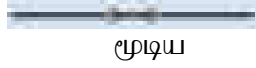





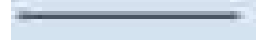
அம்மீட்டர் என்பதுஒருமின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவைஅளவிடும் கருவியாகும். இக்கருவியானதுசுற்றில் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படவேண்டும்.

மின் பொருட்களின் குறியீடுகளின் பட்டியல்

மின்சுற்றுகளில் நாம் மின் சாதனங்களின் படங்களைக் குறிப்பிட்டோம். மிகப்பெரியமின்சுற்றுகளைப் படங்களால் குறிப்பிடுவதுகடினம். எனவே,அவற்றைக் குறியீடுகளால் குறிப்பிடுகிறோம்.

மின்பொருட்களின் குறியீடுகளினால்,மிகப் பெரியமின்சுற்றுகளையும் மிகஎளிதாகநம்மால் புரிந்துகொள்ளமுடிகிறது.

பின்சாதனம்	படம்	குறியீடு	குறிப்பு
மின்கலன்	 மின்கலன்		பெரியசெங்குத்தக் கோடு முனையாகவும்,சிறியசெங்குத்துக்கேட்டு முனையாகவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.
தொடர் மின்கலன் (மின்கலனாடுக்கு)	 மின்கலனாடுக்கு		இரண்டுஅல்லதுஅதற்குமேற்பட்டமின் தொடராக இணைக்கப்பட்டஅமைப்பு
தொடுசாவிதிறந்தது		 திறந்த	தொடுசாவிசெயல்படாநிலை (OFF) மின்னோட்டம் செல்லாது) (சுற்றில்)

தொடுசாவி மூடியது			தொடுசாவிசெயல்படும் நிலை (ON) மின்னோட்டம் பாயும்)
மின் விளக்கு			மின் விளக்குஒளிரவில்லை
			மின் விளக்குஒளிர்கிறது.
இணைப்புக் கம்பி			மின் சாதனங்களை இணைக்கப் பண்பு

மின்கடத்திகள் மற்றும் அரிதிற் கடத்திகள்

மின்சாரம் அனைத்துப் பொருட்களின் வழியேயும் பாயுமா?

மின்சாரக்கம்பியைவெட்டிபிரித்துப் பார்க்கும் பொழுது,உள்ளேஉலோகத்தால் ஆன கம்பியும் அதன் மேல்பகுதியில் வேறுஒருபொருளால் ஆன உறையும் இருப்பதைக் காணலாம். ஏன் இவ்வாறுஉருவாக்கப்பட்டுள்ளதுஎனஅறிவாயா?

மின் கடத்திகள்

கடத்தியில் மின்னூட்டங்கள் பாயும் வீதமேமின்னோட்டம் எனப்படும். அவ்வாறுஎந்தெந்தபொருள்கள் தன் வழியேமின்னூட்டங்களைச் செல்லஅனுமதிக்கின்றனவோஅவற்றைநாம் மின் கடத்திகள் என்கிறோம்.

எ.கா. உலோகங்களானதாமிரம், இரும்பு,அலுமினியம்,மற்றும் மாசுபட்டநீர்,புவி,போன்றவை.

அரிதிற் கடத்திகள் (மின் கடத்தாப் பொருள்கள்)

எந்தெந்தப் பொருள்கள் தன் வழியேமின்னூட்டங்களைச் செல்லஅனுமதிக்கவில்லையோஅவற்றைநாம் அரிதிற்கடத்திகள் (அ) மின்கடத்தாப் பொருள்கள் என்கிறோம்.

எ.கா :பிளாஸ்டிக்,கண்ணாடி,மரம்,ரப்பர்,பீங்கான்,எபோனைட் போன்றவை.

ஒருவருக்குமின் அதிர்ச்சிஏற்பட்டால் (Electric shock) அவரைக் காப்பாற்றசெய்யவேண்டியவை

- மின்அதிர்வுஏற்படக் காரணமானமின் இணைப்பைஅணைக்கவும்.
- சாவியிலிருந்து இணைப்பைத் துண்டிக்கவும்.
- மின்கடத்தாப் பொருட்களைக் கொண்டுஅவரைமின்கம்பியின் தொடர்பிலிருந்துதள்ளவும்.
- அவருக்குமுதலுதவிதந்து,அருகிலுள்ளமருத்துவமனைக்குஅழைத்துச் செல்லவும்.

தாமஸ் ஆல்வாஎடிசன் (பிப்ரவரி 11, 1847 முதல் அக்டோபர் 18, 1931) ஓர் அமெரிக்ககண்டுபிடிப்பாளர்.

இவர் 1000 க்கும் மேற்பட்டஉபயோகமானபொருட்களைஉருவாக்கியுள்ளார். அவற்றில் பலவீடுகளில் பயன்படுத்தக் கூடியவை. மின் விளக்கைக் கண்டுபிடித்ததற்காகநாம் என்றும் அவரைப் போற்றுகிறோம்.



7^{வா} இயற்பியல்
தொகுதி- 2
அலகு- 2 மின்னோட்டவியல்

மின்னோட்டம்

மின்னூட்டங்களின் ஓட்டமேமின்னோட்டம் எனப்படும், மின்சாதனங்கள் இயங்கவேண்டும் எனில், அச்சாதனங்கள் வழியேமின்னோட்டம் பாயவேண்டும், ஒருசுற்றில் பாயும் மின்னோட்டமானது ஒருவினாடிநேரத்தில் கடத்தியின் ஏதேனும் ஓர் புள்ளிவழியேசெல்லும் மின்னூட்டத்தின் அளவால் அளவிடப்படுகிறது, மின்னோட்டத்தின் குறியீடு 'I' (ஐ) ஆகும்.

மின்னோட்டத்தின் அலகு

மின்னோட்டத்தின் S.I. அலகு ஆம்பியர் ஆகும். கடத்தியின் ஏதேனும் ஓர் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பில், ஒருவினாடிநேரத்தில் ஒரு கூலும் மின்னூட்டம் பாய்ந்தால், அக்கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டம் ஒரு ஆம்பியர் எனப்படும்.

$$I = q / t$$

இங்கு

I - மின்னோட்டம் (ஆம்பியரில் - A)

q - மின்னூட்டம் (கூலாம்களில் - C)

t - எடுத்துக் கொண்டகாலம் (விநாடிகளில் - S)

தீர்க்கப்பட்டகணக்கு

ஒருகம்பியின் வழியே 30 கூலும் மின்னூட்டமானது 2 நிமிடத்திற்குபாய்ந்தால் கடத்திவழியேசெல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவுயாது?

தீர்வு:

மின்னூட்டம் $q = 30$ கூலும்

நேரம் $t = 2$ நிமிடம் $\times 60$ விநாடிகள்

$= 120$ விநாடிகள்

மின்னோட்டம்; $I = q/t = 30C/120s = 0.25$ A

மின்னழுத்தவேறுபாடு (V)

ஓர் மின்சுற்றில் மின்சுற்றின் வழியேமின்னூட்டங்கள் நகர ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. நீரானதுஎப்பொழுதும் உயர்மட்டநிலையில் இருந்துதாழ்மட்டநிலையைநோக்கிபாயும், அதேபோல் மின்னூட்டங்கள் எப்போதும் உயர் மின்அழுத்தபுள்ளியில் இருந்துதாழ் மின்னழுத்தப் புள்ளியைநோக்கிபாயும்,

மின்னழுத்தவேறுபாடு (V) இருந்தால் மட்டுமேகடத்தியின் வழியேமின்னோட்டமானதுசெல்லும்.

இருபுள்ளிகளுக்கிடையேயானமின்னழுத்தவேறுபாடுஎன்பதுஒரலகுமின்னூட்டத்தைஒருபுள்ளியில் இருந்துமற்றொருபுள்ளிக்குநகர்த்தவேண்டும் ஆற்றலின் அளவாகும்.

மின்னோட்டமானதுநீரோட்டம் போல் அதிகமின்னழுத்தமட்டத்தில் இருந்துகுறைந்தமின்னழுத்தமட்டத்தைநோக்கிபாயும்.

மின்னழுத்தவேறுபாட்டின் S.I. அலகு வோல்ட் ஆகும். இருபுள்ளிகளுக்கு இடையேயானமின்னழுத்தவேறுபாட்டைவோல்ட் மீட்டர் என்றகருவியைக் கொண்டுஅளவிடலாம்.

மின் கடத்துத்திறன் மற்றும் மின் எதிர்ப்புத்திறன்

மின்தடை (R)

ஓர் மின்சுற்றில் இணைக்கப்படும் மின்தடையானது அந்நதமின்சுற்றில் பாயக்கூடியமின்னூட்டத்தின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் அல்லது தடுக்கும் ஓர் மின் உறுப்பு ஆகும். நீரோட்டம் பாயும் வீதத்தை ஓர் குறுகிய வழியானது எவ்வாறு பாதிக்கின்றதோ அவ்வாறே மின் உறுப்பான மின்தடையானது மின்னூட்டம் பாயும் வீதத்தை எதிர்க்கும்.

ஒரு மின் உறுப்பின் மின்தடை மதிப்பு அதிகம் எனில் அம்மின் உறுப்பின் வழியே செல்லும் மின்னூட்டங்களை இயங்கச் செய்ய அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு தேவைப்படுகிறது.

ஒரு மின் உறுப்பின் மின்தடை என்பது மின் உறுப்பிற்கு இடையே செயல்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும். மின் உறுப்பின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதம் ஆகும். மின்தடையின் S.I அலகு 'ஓம்' ஆகும்.

மின்னழுத்தத்திற்கும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதமதிப்பு அதிகம் எனில் மின்தடையின் மதிப்பு அதிகம் ஆகும்.

மின்கடத்துத்திறன் (σ)

கடத்தி ஒன்றின் மின்னோட்டத்தை கடத்தும் திறன் அளவு அக்கடத்தியின் மின்கடத்துத்திறன் அல்லது தன் மின் கடத்துத்திறன் எனப்படும் இது பொதுவாக σ (சிக்மா) என்ற கிரேக்க எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. மின்கடத்துத்திறனின் அலகு சீமென்ஸ் / மீட்டர் (S/m) ஆகும்.

மின்தடைஎண் (ρ)

பொருள் ஒன்றுதன் வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதை எவ்வளவு வலிமையாக எதிர்க்கும் என அளவிட்டுக் கூறும் பொருளின் அடிப்படை பண்பு அப்பொருளின் மின்தடைஎண் ρ (ரோ) எனப்படும். மின்தடைஎண்ணை தன் மின்தடைஎண்ணை எனவும் குறிப்பிடுவர், மின்தடைஎண்ணின் S.I அலகு.

ஓம் - மீட்டர் (Ω.m) ஆகும்.

பொருட்களின் மின்கடத்துத்திறன் மற்றும் மின்தடைஎண்களின் மதிப்பு

பொருள்கள்	மின்தடைஎண் ρ (Ω.m) 20°C இல்	மின்கடத்துத்திறன் σ (S/m) 20°C இல்
வெள்ளி	1.59×10^{-8}	6.30×10^7
தாமிரம்	1.68×10^{-8}	5.98×10^7
துண்டாக்கப்பட்ட தாமிரம்	1.72×10^{-8}	5.80×10^7
அலுமினியம்	2.82×10^{-8}	3.5×10^7

மின்னோட்டத்திற்கும் நீரோட்டத்திற்குமான ஒப்புமை

தாமிரக் கம்பி போன்ற ஓர் கடத்தியின் வழியே பாயும் எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டமே மின்னோட்டம் ஆகும். நம்மால் எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்தை கண்டுணர முடியாது, ஆனால் ஒரு கம்பியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தை ஒரு குழாயின் வழியே பாயும் நீரோட்டத்தை போல் நம்மால் கற்பனை செய்து பார்க்க இயலும்.

மின்னோட்டம் பாய்வதற்கும் நீரோட்டத்திற்குமான ஒப்புமையை இப்போது நாம் பார்ப்போம்.

குழாய் வழியே நீர் பாயும் ஓர் இயந்திர அமைப்பானது மின்னோட்டம் பாயும் வீதத்திற்கும் ஒப்பாகும், நீர் பாய்ச்சும் இயந்திர அமைப்பானது ஓர் மூடிய குழாயின் வழியே நீர் வெளியேற்றும் பம்பு ஒன்றை உள்ளடக்கி இருக்கும், ஓர் குழாயின் வழியே பாயும் நீரோட்டத்தினை மின்னோட்டத்திற்கு ஒப்பாக கற்பனை செய்து கொண்டால். இந்த இரண்டு அமைப்புகளிலும் கீழ்க்கண்ட பகுதிகள் ஒப்பாகும்.

- குழாயானதுமின்சுற்றில் உள்ளகம்பிபோலும் பம்ப் ஆனதுமின்கலம் போலும் செயல்படுகிறது,பம்பினால் உருவாக்கப்படும் அழுத்தம் ஆனதுகுழாய் வழியேநீரை இயங்கச் செய்கிறது,குழாயில் உருவாகும் அழுத்தமானதுசுற்றின் வழியேஎலக்ட்ரான்களை இயங்கச் செய்யும் மின் அழுத்தத்திற்குஒப்பாகும்.
- குழாயினுள் தூசு மற்றும் துரும்புகள் படிந்திருந்தால்,அவைநீரோட்டத்தைதடைசெய்வதோடுமட்டுமல்லாமல் குழாயின் ஒருமுனைக்கும் மற்றொருமுனைக்கும் இடையேஅழுத்தவேறுபாட்டைஏற்படுத்தும்,அதேபோல் மின்சுற்றில் அமைக்கப்படும் மின்தடையானது,மின்னோட்டம் பாய்வதைதடுப்பதோடுஅல்லாமல் ஒருமுனைக்கும் மற்றொருமுனைக்கும் இடையேமின்னழுத்தகுறைவைஏற்படுத்தும், இதனால் மின்தடையின் குறுக்கேஆற்றல் இழப்புஏற்பட்டு,அதுவெப்பமாகவெளிப்படும்.

மின்னோட்டங்களைஉருவாக்கும் மூலங்கள் - மின் வேதிக்கலன்கள் அல்லதுமின்கலன்கள்

மின் வேதிக்கலனோடுமட்டுமல்லாமல் அதிகஅளவுமின் பயன்பாட்டிற்குவெப்பமின்கலன்களையும் நாம் பயன்படுத்துகிறோம், இவை இரு முனைகளைப் பெற்றிருக்கும். மின்கலன்கள் பயன்படுத்தப்படும் போதுமின்கலன்கள் பயன்படுத்தப்படும் போதுமின்கலன்களினுள் மின்னூட்டத்தைஉருவாக்கக்கூடியவேதிவினைநடைபெறுகிறது.

மின்சாரத்தைநேரடியாகவோ அல்லதுஎளிதாகவோபெறமுடியாதமின் சாதனங்களுக்கு,மின்சாரத்தைஅளிக்கவல்லசாதனமேமின்கலனாகும்.

மின்கலன்களின் வகைகள் - முதன்மைமின்கலன்கள் மற்றும் துணைமின்கலன்கள்

நம் அன்றாடவாழ்வில் தொலைஇயக்கி,ரோபோபொம்மைகள்,பொம்மைகாரர்கள்,கடிகாரம்,மற்றும் கைபேசிஆகியவற்றின் செயல்பாட்டிற்காகமின்கலன்கள் மற்றும் மின்கலஅடுக்கையன்படுத்துகிறோம். எல்லாசாதனங்களும் மின்னாற்றலைஉருவாக்கினாலும்,சிலமின்கலன்கள் மட்டுமேமீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடியவை,அவற்றில் சிலஒற்றையன்பாடுஉடையவைஆகும். உனக்குஅதற்கானகாரணம் தெரியுமா? பயன்பாட்டின் அடிப்படையில் மின்கலன்களை,முதன்மைமின்கலன் மற்றும் துணைமின்கலன் என இரு வகைப்படுத்தலாம்

முதன்மைமின்கலன்

டார்ச் விளக்கில் பயன்படும் உலர் மின்கலன் முதன்மைமின்கலனிற்கு ஓர் சிறந்தஎடுத்துக்காட்டுஆகும், இவற்றின் பயன்பாட்டிற்குபிறகு இவற்றைமீண்டும் மின்னேற்றம் செய்ய இயலாது.

துணைமின்கலன்கள்




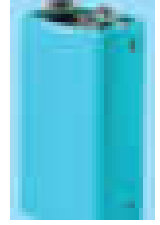
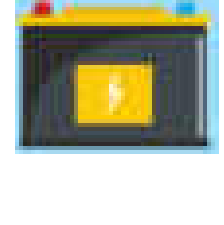
துணைமின்கலன்கள் மோட்டார் வாகனங்கள் மற்றும் மின்னியற்றிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் உருவாகும் வேதிவினையானது ஓர் மீள்வினையாகையால் அவைகளைமீண்டும் மின்னேற்றம் செய்ய இயலும். லித்தியம் உருளைமின்கலன்கள்,பொத்தான்கள் மின்கலன்கள் (button cells) காரஅமிலமின்கலன்கள் ஆகியனபயன்பாட்டில் உள்ளமற்றவகையானமின்கலன்கள் ஆகும்.

முதன்மைமின்கலன்களுக்கும் துணைமின்கலன்களுக்கும்மானவேறுபாடு

	முதன்மைமின்கலன்	துணைமின்கலன்
1.	முதன்மைமின்கலனிற்குள் நடைபெறும் வேதிவினையானது ஓர் மீள்வினையாகும்.	1. துணைமின்கலனிற்குள் நடைபெறும் வேதிவினை ஓர் மீள்வினையாகும்.
2.	இவைகளைமீண்டும் மின்னேற்றம் செய்ய இயலாது.	2. இவைகளைமீண்டும் மின்னேற்றம் செய்ய இயலும்.
3.	சிறியடேப்ரிகார்டர்கள் சைக்கிள்கள் பொம்மைகள் கைமின்விளக்குகள் போன்றசிறியசாதனங்களை இயக்கப்பயன்படுகின்றன.	3. இவைமொபைல் தொலைபேசிகள்,கேமராக்கள்,கணினிகள் மற்றும் அவசரவிளக்குகள் போன்றசாதனங்களை இயக்கப்பயன்படுகிறது.
4.	எ.கா. எளியவோல்டாமின்கலன் டேனியல் மின்கலன் மற்றும் லெக்லாஞ்சிமின்கலன் மற்றும்	4. எ.கா. காரியஅமிலசேமக்கலன்,எடிசன் சேமக்கலன் மற்றும் நிக்கல் -

உலர் மின்கலம்.

இரும்புசேமக்கலன்கள்.

முதன்மைமின்கலன்	துணைமின்கலன்			
உலர் மின்கலன்	லித்தியம் உருளைமின்கலன்	பொத்தான் மின்கலன்	கார/அமிலமின்கலன்	மோட்டார் வாகனமின்கலன்களுக்கு
				

முதன்மைமின்கலன் - உலர் மின்கலன்

உலர் மின்கலன் ஆனதுபெரும்பாலானமின் சாதனங்களில் பொதுவாகப் பயன்படும் வேதிமின்கலன்களின் ஓர் சாதாரணவகையாகும், இது சிறியவடிவிலானஎளிதில் எடுத்துச் செல்லத்தக்க ஓர் மின்மூலமாகும். இது 1887 ஆம் ஆண்டில் ஜப்பான் நாட்டைச் சார்ந்தயேய் சுகியோவால் உருவாக்கப்பட்டது.

உலர் மின்கலன்கள் தொலைக்காட்சியின் தொலைவியக்கி,டார்ச்,புகைப்படக்கருவிமற்றும் விளையாட்டுப் பொம்மைகளில் பொதுவாகப் பயன்படுபவைகள் ஆகும்.

உலர் மின்கலன்கள் எடுத்துச் செல்லத்தக்கவடிவிலானலெக்லாஞ்சிமின்கலத்தின் ஓர் எளியவடிவம் ஆகும், இது எதிர் மின்வாய் அல்லதுஆனோடாகச் செயல்படும் துத்தநாகமின்தகட்டைஉள்ளடக்கியது.

அம்மோனியம் குளோரைடுமின்பகுளியாகச் செயல்படுகிறது,

துத்தநாககுளோரைடானதுஅதிகஅளவுநீர் உறிஞ்சும் தன்மைகொண்டதால் பசையின் ஈரப்பதத்தைபராமரிக்கபயன்படுத்தப்படுகிறது.

கலனின் நடுவில் ஒருவெண்கல மூடி கொண்டு மூடப்பட்டிருக்கும் கார்பன் தண்டானதுவைக்கப்பட்டுள்ளது, இத்தண்டு நேர் மின்வாய் அல்லதுகேதோடாகசெயல்படுகிறது.

கரைசல்களில் அயனிகளாகமாறும் தன்மைகொண்டபொருட்கள் மின்பகுளிகளாகும், இவை மின்னோட்டத்தைகடத்தக்கூடியதிறனைப்பெற்றிருக்கும்.

இதுஒருமெல்லியபையில் மிகநெருக்கமாகமரக்கரிமற்றும் மாங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு (MnO_2) நிரம்பியகலவையால் சூழப்பட்டிருக்கும், இங்கே MnO_2 ஆனது மின்முனைவாக்கியாகச் செயல்படுகிறது. துத்தநாகப் பாண்டமானதுமேலே மூடப்பட்டநிலையில் மூடப்பட்டிருக்கும் வேதிவினையின் விளைவாகஉருவாகும் வாயுக்களைவெளியேற்றஏதுவாகஅதில் ஓர் சிறியத் துளையானது இடப்பட்டு இருக்கும். இரசாயனநடவடிக்கைகளால் வெளியேற இயலாதவாயுக்களைஅனுமதிக்கஒருசிறியத் துளைஉள்ளது. கலத்திற்குள்ளானவேதிவினையானதுலெக்லாஞ்சிமின்கலம் போன்றேநடைபெறும்.

உலர் மின்கலமானது இயற்கையில் உலர்ந்தநிலையில் காணப்படாது,ஆனால் அவற்றில் உள்ளமின்பகுதிவரத்தின் தன்மையானதுபசைபோல் உள்ளதால் நீர்மத்தின் அளவுமிககுறைந்தகாணப்படும். மற்றமின்கலன்களில் மின்பகுதிவங்களைபொதுவாககரைசல்களாகக் காணப்படும்.

மின்கலன்களுக்கு

சுற்றில் எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்தைஉருவாக்கவல்ல,வேதிவினைகளைஉருவாக்கும் ஒன்றுஅல்லதுஅதற்குமேற்பட்டமின்கலன்களின் தொகுப்பேமின்கலன்களாகும்.

அனைத்துமின்கலஅடுக்குகளும் மூன்றுஅடிப்படைப் பாகங்களைக் கொண்டது,ஆனோடு (+) கேதோடு (-) மற்றும் ஒருவகையானமின் பகுதிரவம்.

மின்பகுதிரவம் என்பதுஆனோடுமற்றும் கேதோடுடன் வேதிவினைபுரியும் ஓர் திரவமாகும்.

மின்கலஅடுக்கின் கண்டுபிடிப்பு

1780 ஆம் ஆண்டு, இத்தாலியநாட்டு இயற்பியலாளர்,உயிரியலாளர் மற்றும் தத்துவமேதையான லூயி கால்வானிபித்தளைக் கம்பியைப் பயன்படுத்திதவளையைஉடற்கூறு செய்தார்,தவளையின் காலை இரும்பிவெட்டிகொண்டுதொட்டபோதுஅதன் கால்களானதுதுடிக்கஆரம்பித்தன,

ஒருநாள்,வோல்டாதிரவத்தில் கரைந்துள்ளவேறுபட்டஉலோகங்களேதவளையின் காலின் துலங்கலுக்குகாரணம் எனஎடுகோளாகக் கொண்டார்,

அவர் ஒருதவளையிடலத்திற்குப் பதிலாகஉவர்நீரால் துடைத்ததுணியால் பரிசோதனையைமீண்டும் மீண்டும் செய்தபோது,அதேபோன்றமின்னழுத்தத்தைவிளைவித்தது. வோல்டா 1791 இல் தனதுகண்டுபிடிப்பைவெளியிட்டார்,பின்னர் 1800 ஆம் ஆண்டில் முதல் மின்கலனான,வால்டிக்குவியலைஉருவாக்கினார்.

அந்ததுடிப்பிற்கானஆற்றலானதுதவளையின் காலில் இருந்துஉருவானதுஎனகருதினார்,ஆனால் அதற்கு பின் வந்தஅவரதுஅறிவியலாளர்களானஅலெக்சாண்டரோவோல்டாமாறுபட்டுநம்பினார்.

வோல்டாதிரவத்தில் கரைந்துள்ளவேறுபட்டஉலோகங்களேதவளையின் காலின் துலங்கலுக்குகாரணம் என எடுகோளாகக் கொண்டார்.

நவீனமின்கலன் கண்டுபிடிப்பிற்குஅலெஸாண்ட்ரோவோல்டாஅவர்களேபெரிதும் காரணமானவர். உண்மையில் இது தவளையின் உடலைஉடற்கூறு செய்தஆரம்பித்தபோதுஏற்பட்ட ஓர் அதிசயநிகழ்வாகும்.

மின்சாவி

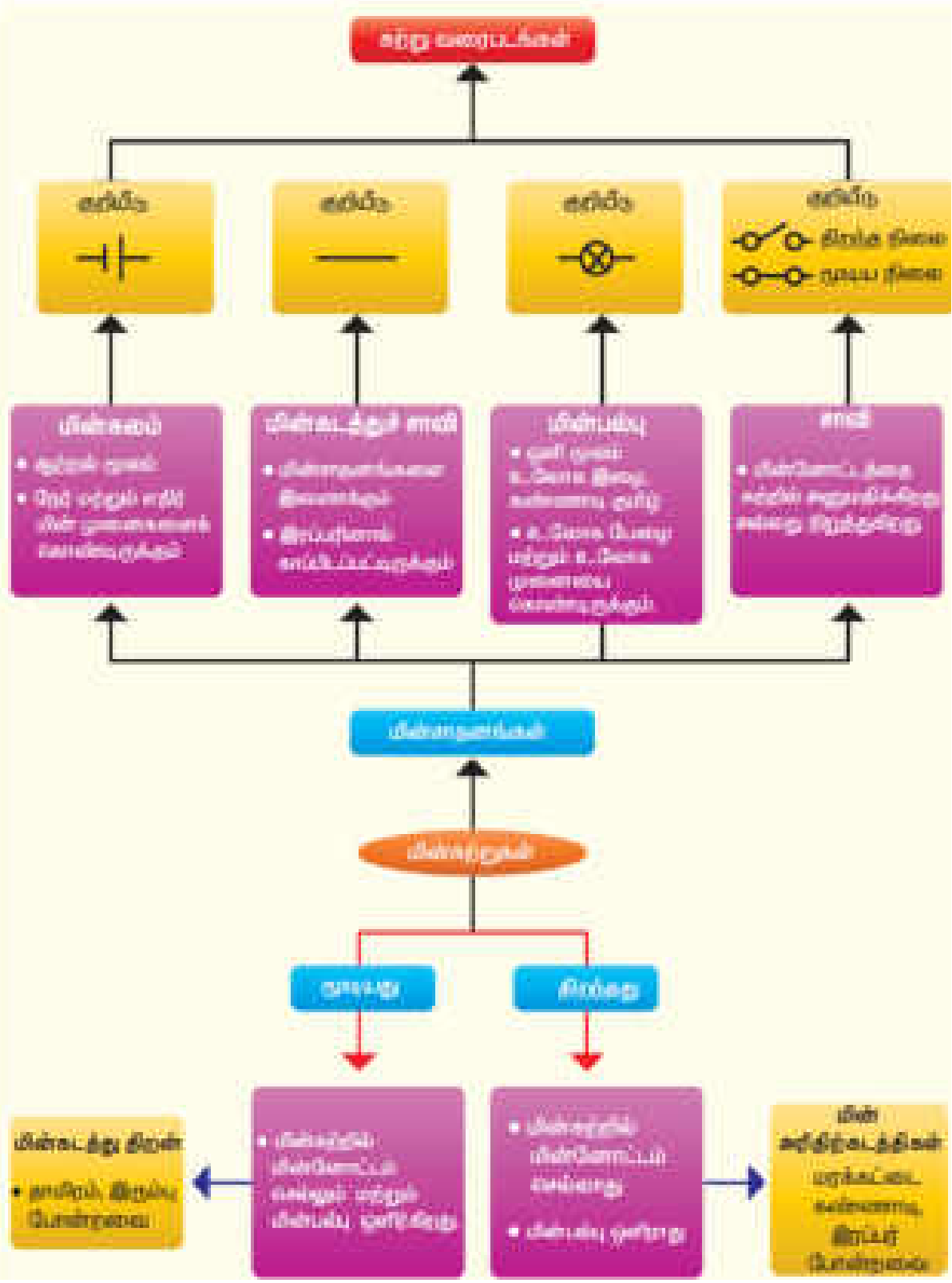
நம்நாடுமின் தட்டுப்பாட்டைஎதிர்நோக்கி இருக்கிறது. எனவேமின்சார இழப்பீடுஎன்பதுமற்றவர்களின் மின்சாரத்தைபயன்படுத்துவதுபோன்றதுஆகும், இதனால் நமதுமின்கட்டணம் உயரஆரம்பிக்கும்.

எனவே,நாம் மின்சாரத்தைமிகவும் எச்சரிக்கையாகப் பயன்படுத்தவேண்டும்,மேலும் தேவையின் போதுமட்டும் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

கடந்தவகுப்பில் ஒருசோதனை மூலம் ஓர் மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் செலுத்தவும் மின்னோட்டம் பாய்வதைநிறுத்தவும் என்னசெய்தாய் என்பதைஉன்னால் மீள்காணமுடிகிறதா? இவ்வகுப்பில் நாம் ஓர் மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைபாயச் செய்யவும் நிறுத்தவும் மின்சாவியைப் பயன்படுத்தலாம்,வீட்டுமின்சாதனங்களை இயங்கச் செய்யவும்,நிறுத்தவும் பல்வேறுவகையானமின்சாவிகளைப் பயன்படுத்தி இருப்பீர்கள்,மின்சாதனங்களைஎளிதாகவும் பாதுகாப்பாகவும் இயங்கச் செய்யவும் நிறுத்தவும் மின்சாவிகளானதுஉதவுகிறது.

மின்சுற்று

சாவியைப் பயன்படுத்திநீஉருவாக்கியசுற்று ஓர் எளியசுற்றாகும்,அச்சுற்றின் உண்மையானபடம் வரைவதுமிகவும் கடினமாகும்,நாம் வீடுகளில் பயன்படுத்தும் மின்சாதனங்களில் இதைவிடமிகக் கடினமானமின்சுற்றுகள் அமையப் பெற்றிருக்கும் அதிகமின்விளக்குகள் சாவிமற்றும் வேறுமின் உறுப்புகளைக் கொண்டமின்சுற்றின் உண்மையானவடிவத்தினைவிளக்கும் சுற்றுப்படம் உன்னால் வரைய இயலுமா? அதுமிகஎளிமையானதானையோசித்தப் பார்,அதுமிகஎளிமையானதானையோசித்துப் பார்,அதுஎளிமையல்ல.



தட்டுச் சாவி		மாற்றுச் சாவி		ஒளிரும் சாவி	
				ப்ளக் சாவி	

அறிவியலாளர்கள் அச்செயலையெல்லாம் எளிமையாக்குவதற்குமுனைந்தனர்.சுற்றின் பல்வேறுமின் உறுப்புகளைக் குறிப்பிடஎளியகுறியீடுகளைகையாண்டனர்,அக்குறியீடுகளைப் பயன்படுத்திநாம் சுற்றுப்படம் வரையமுடியும். படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறுமின்விளக்கு,மின்கலன் மற்றும் மின்சாவிபோன்றவைகுறியீடுகள் மூலம் குறிக்கப்படும்.

மின்கலனின் குறியீட்டில் நீளமானகோடானதுநேர்மின்முனையையும் குறுகியகோடானதுஎதிர் மின்முனையையும் குறிக்கும். நாம் வரையும் சுற்றுப்படங்களில் மின் உறுப்புகளைக் குறிப்பிட இவ்வகையானகுறியீடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்,அவ்வாறானபடம் சுற்றுப் படம் எனப்படும்.

மின்சுற்றின் வகைகள்

மேற்காண் சோதனையில்,நாம் மின்விளக்கையும் மின்கலனையும் பயன்படுத்தி ஓர் சுற்றைஉருவாக்கினோம். மின்விளக்குமற்றும் மின்கலனைப் பயன்படுத்திநாம் ஒரேஒருமின்சுற்றைமட்டும் தான் அமைக்கமுடியும். ஒன்றுக்குமேற்பட்டமின்விளக்குகள் மற்றும் மின்கலன்களைப் பயன்படுத்திபலவிதங்களில் நாம் எண்ணற்றவகையானசுற்றுக்களைஉருவாக்க இயலும்.

தொடர் இணைப்புசுற்று

ஓர் மின்விளக்கையும் மின்கலனையும் பயன்படுத்தி இரு வகையானசுற்றுக்களைஉருவாக்கமுடியும், இச் சோதனையில் நாம் ஒருவகையானசுற்றினைஉருவாக்கிஅதனைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வோம்.

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி இரு மின்விளக்குகள்,மின்கலன் மற்றும் சாவிஆகியவற்றைஉள்ளடக்கியச் சுற்றைகவனி. சுற்றுப் படத்தில் இருந்து, இரு மின்விளக்குகள் அடுத்தடுத்து இணைக்கப்பட்டுள்ளதுதெளிவாகிறது. சுற்றுப்படமானதுமின்விளக்குமற்றும் மின்கலன் அமைந்திருக்கும் நிலையினைகுறிக்கின்றது. இவ்வாறாகமின்விளக்குகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விதத்திற்குதொடர் இணைப்புஎன்றுபெயர்.

தற்போது இரு மின்விளக்குகள் மற்றும் மின்கலன் ஆகியவற்றை இணைத்து ஓர் சுற்றைஉருவாக்குவோம். இருமின்விளக்குகளும் ஒளிர்கின்றனவா? இருமின்விளக்குகளும் ஒரேபிரகாசத்துடன் ஒளிர்கின்றனவா? ஓர் மின்விளக்குஒளிர்ந்தால் அம்மின்விளக்கின் இடத்தைமாற்றிஅமைத்தால் அவ்விளக்குமிகப்பிரகாசமாகளரியுமா? மின்விளக்கின் வரிசையைமாற்றிஅமைத்து,உற்றுநோக்கு.

சிலவேளைகளில் ஒரேஅளவில் தோன்றும் மின்விளக்குகள் கூட ஒளிர்வதில் மாறுபடும்.

எனவே,தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படும் ஒரேஅளவில் தோன்றும் மின்விளக்குகள் எப்போதும் ஒரேஅளவில் ஒளிர்வதில்லை.

பக்க இணைப்புச் சுற்று

இருமின்விளக்குகள் வெவ்வேறானபாதைகளில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதைப் படம்காட்டுகிறது. இது இரண்டாம் வகைச் சுற்றாகும். இருமின்விளக்குகளும் சுற்றில் இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் இத்தகையசுற்றுபக்க இணைப்புச் சுற்றுஎனப்படும்.

பக்கமற்றும் தொடர் இணைப்புச்சுற்றுகளுக்கு இடையேஉள்ளஒற்றுமைமற்றும் வேறுபாடுகள்



முளையைகிளர்ச்சியூட்டும் அறிவியல்

உனதுவீட்டில் மின் பழுதைச் சரிசெய்யும் மின்பணியாளருக்குதிடீரெனமின் அதிர்ச்சிஏற்பட்டால் அவரைஅவ்வதிர்ச்சியில் இருந்துமீட்கஅவரைநீதொடுவாயா?

மின்அதிர்ச்சியில் இருந்துஅவரைமீட்கஈரக்கட்டையால் அடிப்பாயா? மின் கம்பங்களில் மின்வேலைகள் செய்யும் போதுமின் பணிபுரிவேர் ஏன் இரப்பர் கையுறைகளைஅணிந்திருக்கின்றனர்?

அனைத்துபருப்பொருள்களும் அணுஎன்றஅடிப்படைத் துகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளதுஎனநாம் அறிவோம். அணுவானதுமின்னூட்டம் பெற்றதுகள் களைஉள்ளடக்கியுள்ளது, இத்துகள்களில் பெரும்பாலானவைஅணுக்களில் நிலையாகஅமைந்திருக்கும்,ஆனால் கடத்திகளில் (எல்லாஉலோகங்களிலும்) ஒருகுறிப்பிட்டஅணுக்களோடுஒன்றமையாதபலதுகள்கள் அங்கும் இங்குமாகஉலோகங்களில் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும், இவை கட்டுறாமின்னூட்டங்கள் எனஅழைக்கப்படுகின்றன. அதாவதுஅணுக்களின் சிலஎலக்ட்ரான்கள் இவ்வாறுஅமையப்பெற்றிருக்கும்.

குறுக்குமின்சுற்று

உன் வீட்டருகில் அமைந்திருக்கும் மின்கம்பங்களில் சிலநேரங்களில் உருவாகும் தீப்பொறியைநீக்கண்டு இருக்கிறாயா? அந்தமின்சாரதீப்பொறிஉருவாககாரணம் உனக்குதெரியுமா? மின்சுற்றினால் உருவாகிறது,குறுக்குச் சுற்றுஎன்பது இரு மின்னோட்டம் செல்லும் கடத்திகளுக்கு இடையேஏற்படும் மிகக் குறைந்தமின்தடையினால் ஏற்படும் மின்சுற்று,குறுக்குமின்சுற்றுஆகும்.

வெட்டிங் செய்தல்,குறுக்குமின் சுற்றின் விளைவாகஉருவாகும் வெப்பத்தின் நடைமுறைப் பயன்பாடேஆகும்.

மின் கடத்துப் பொருள்கள் (நற்கடத்திகள்) மற்றும் காப்பான்கள்

மின்னோட்டம் கடத்தும் பண்பின் அடிப்படையில் பொருட்களை,மின்கடத்துப் பொருள்கள் மற்றும் காப்பான்கள் அல்லதுமின்டத்தாப் பொருள்கள் அல்லதுஅரிதிற் கடத்திகள் என இரு வகைப்படுத்தலாம்.

வெவ்வேறுஅணுக்களின் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்களைசுற்றி இயங்கவெவ்வேறானகட்டின்மைஎண் வீதத்தைப் பெற்றிருக்கும்.

உலோகங்களைப் போன்றசிலபொருள்களில் அணுக்களின் வெளிக்கூட்டுஎலக்ட்ரான்கள் தளர்வாகபிணைக்கப்பட்டுள்ளன,மேலும் எலக்ட்ரான்கள்,அப்பொருட்களின் அணுக்களுக்கிடையில் ஒழுங்கற்றமுறையில் சுற்றிவரும் ஏனெனில், இந்தஅசாதாரணகட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் அதனுடனானஅணுக்களைவிட்டுவெளியேறிஅருகில் இருக்கும் அணுக்களுக்கு இடையேஉள்ள இடைவெளியில் சுற்றிவருகின்றன,அவைபெரும்பாலும் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் எனஅழைக்கப்படுகின்றன.

கம்பிவடிவிலானஉலோகத்தைநாம் கற்பனைசெய்துகொள்வோம்,உலோகத்தின் இரு முனைகளுக்கு இடையேமின்னழுத்தம் அளிக்கப்படும் போதுகட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் ஒரேதிசையில் இயக்கப்படுகின்றன.

எனவே, ஓர் நற்கடத்தியானது அதிகஎண்ணிக்கையிலானகட்டுறாஎலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும்,மாறாக இயங்கும் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களைகொண்டிராதபொருள்கள் மின்னோட்டத்தைக் நன்குகடத்தும் நற்கடத்திகள் அல்ல,அவைகள் மின்னோட்டத்தைகடத்தாஅரிதிற் கடத்திகள் ஆகும்.

தளர்வாகபிணைக்கப்பட்டஎலக்ட்ரான்களைக் கொண்டஅணுக்களால் ஆன பொருள்கள் கடத்திகள் எனப்படும். கடத்திகளில் வெளிமின்னழுத்தம் அளிக்குப்படும்போதுமின்னூட்டத்தின் இயக்கத்திற்குமிக்க குறைந்தமின்தடையைகடத்திகள் அளிக்கின்றன.

மின்னூட்டங்களின் ஓட்டமேமின்னோட்டம் ஆகும். ஓர் நற்கடத்தியானதுமிகஅதிகமின் கடத்துத்திறன் கொண்டதாக இருக்கும்.

காப்பான்கள்

போதுமானகட்டுறாஎலக்ட்ரான்களைபெறாதபொருள்கள் நற்கடத்திகள் அல்ல,அவைகாப்பான்கள் அல்லதுஅரிதிற் கடத்திகளாகும்,மின்கடத்தாப் பொருள்கள் அல்லதுஅரிதிற் கடத்திகள் மின்னூட்டம் (எலக்ட்ரான்கள்) பாய்வதற்குஅதிகமின்தடையைக் கொடுக்கின்றன.

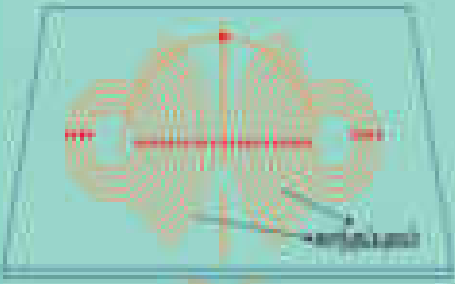
கடத்திக்கு,மின்னழுத்தம் அளிக்கப்பட்டவுடன் அது,எலக்ட்ரான்களைமுடுக்கிவிடுகிறது. இதனால் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களுக்கு இடையேமோதல் ஏற்பட்டுஎலக்ட்ரான் மற்றும் பொருட்களின் அணுக்களின் இயக்கம் பாதிப்படைகிறது.

பொருள்களின் மின்கடத்தித் திறனானதுகட்டுறாஎலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும்,அவைஎவ்வாறுதிறலடிக்கப்படுகின்றனஎன்பதையும் சார்ந்திருக்கும். இரப்பர் அழிப்பான் மின்னோட்டத்தைதன் வழியேசெல்லஅனுமதிப்பதில்லை. எனவே, இரப்பர் ஒருஅரிதிற் கடத்திஆகும். பெரும்பாலானஉலோகங்கள் மின்னோட்டத்தைதன் வழியேசெல்லஅனுமதிக்கின்றன. அதேசமயம்,பெரும்பாலானஉலோகங்கள் மின்னோட்டம் தன் வழியேசெல்லஅனுமதிப்பதில்லை.

தாமிரத்தாலானமின் கடத்திகள்,மிககுறைந்தமின் தடையைக் கொண்டுள்ளது. இதன் காரணமாக,தாமிரக் கம்பிகள் வீட்டுமின்சுற்றுகளில் பயன்படுத்துகின்றன. இவ்வகைகம்பிகள் அதிகமின்தடையைக் கொண்டுள்ளபொருட்களால் சூழப்பட்டு இருக்கும். இந்தபொருட்கள் பொதுவாகநெகிழ்வானபிளாஸ்டிக்கால் செய்யப்படுகின்றன.

மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள்

காந்த விளைவு



காந்த ஆற்றல் வழியே மின்னோட்டம் அண்டி சிறு காந்தப்பலகை உருவாகும்.

மின்சகலம்



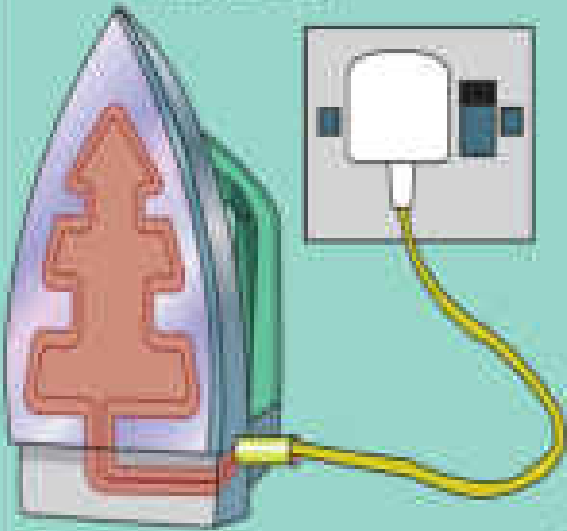
மின்சகல விளைவின் மூலம் மின்சகலத்தை, மின்சகலத்தை அண்டி அலைப்பு மின்சகல மூலம்

மின்சகல ஆற்றல்



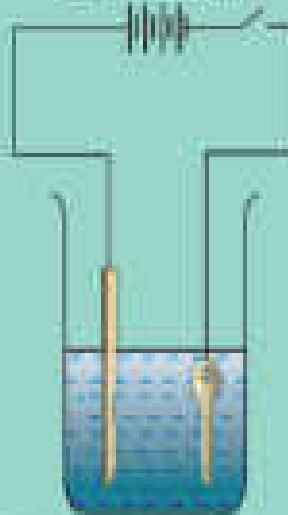
மின்சகலத்தின் அண்டப்பு

வெப்பவிளைவு



மின்சகலத்தின் வழியே மின்னோட்டம் அண்டி சிறு வெப்பம் உருவாகும்.

வேதி விளைவு



மின்னோட்டம் மின்சகல ஆற்றல் மூலம் வழியே அண்டிபொருள் வேதிவிளைவு நடைபெறும்.

சிம் காட்டுகள்,கணினிகள்,மற்றும் ATM காட்டுகள் எதனால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன என்று உனக்குத் தெரியுமா?

சிம் காட்டுகள்,கணினிகள்,மற்றும் ATM காட்டுகளை பயன்படுத்தப்படும் சிப்புகளானது சிலிகான் மற்றும் ஜெர்மேனியம் போன்ற குறைக்கடத்திகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில், அவற்றின் மின் கடத்துத்திறன் மதிப்பானது, நற்கடத்திகள் மற்றும் காப்பான்களுக்கும் இடையில் அமையப்பெற்றிருக்கும்.

மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள்

நங்கள் ஆறாம் வகுப்பில் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தி பல்வேறு சோதனைகள் செய்திருப்பீர்கள். மேலும் சில ஆர்வமுடும் உண்மைகளை கற்றுக்கொள்ளுங்கள். முந்தைய வகுப்பில் மின் விளக்கின் வழியே மின்னோட்டம் பாயச் செய்வதால் மின்விளக்கு ஒளிர்வதை கண்டிருப்பீர்கள், மின்விளக்கு ஒளிர்வது மின்னோட்டத்தின் ஓர் விளைவாகும்.

மேலும்,மின்னோட்டத்தினால் பல்வேறுவிளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இப்பாடப்பகுதியில் அவற்றின் சிலவிளைவுகளைக் காண்போம்.

மின்னோட்டத்தின் மூன்றுமிகமுக்கியவிளைவுகளாவன:

- வெப்பவிளைவு
- காந்தவிளைவு
- வேதிவிளைவு

வெப்பவிளைவு

ஓர் கம்பியின் வழியேமின்னோட்டம் பாயும் போதுமின்னாற்றலானதுவெப்பஆற்றலாகமாற்றப்படுகிறது,வெப்பமூட்டும் சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பொருளானதுஅதிகஉருகுநிலைகொண்டதுஆகும். நிக்ரோம் அவ்வகையானப் பொருளுக்குஎடுத்துக்காட்டாகும். (நிக்கல், இரும்புமற்றும் குரோமியம் சேர்ந்தகலவை)

மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவானதுபல்வேறுசெய்முறைப் பயன்பாடுகளைகொண்டதாகும்.

மின்விளக்கு,வெந்நீர் கொதிகலன், மூழ்கும் நீர்கொதிகலன் ஆகியவை இவ்வகையானவிளைவினைஅடிப்படையாகக் கொண்டவை. இச்சாதனங்களில் அதிகமின்தடைகொண்டவெப்பமூட்டும் கம்பிச் சுருள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மின்னோட்டத்தின் நிகழ்வேமின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவுஎனப்படும்.	வினைவினால் வெப்பம் உருவாக்கப்படும்
--	------------------------------------

மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவைபாதிக்கும் காரணிகள்

1. பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு
2. மின்தடை
3. மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் நேரம்

மின் உருகி

மின் உருகியானதுபெரும்பாலானமின்சாதனங்களிலும் வீட்டில் பயன்படுத்தப்படும் மின்சுற்றுகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் ஓர் பாதுகாப்புசாதனம் ஆகும். மின்உருகியானதுபீங்கானால் உருவாக்கப்படுகிறது. மின் உருகியில் மின் உருகு இழையை இணைப்பதற்காக இரு மின்புள்ளிகளைக் கொண்டிருக்கும். உருகி இழையானதுமின் சுற்றில் அதிகபளுஏற்படும்போதுஉருகிவிடும்.

இதன் விளைவாகமின்சுற்றுதுண்டிக்கப்பட்டுவிலைமதிப்புமிக்கமின்சாதனங்கள் மற்றும் மின்கம்பிகள் பழுதடையாமல் பாதுகாப்பாக இருக்கஉதவுகிறது. மின் சாதனங்களில்,கண்ணாடியால் ஆன மின் உருகிபெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது ஓர் சிறியகண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றினுள் மின் உருகு இழையானது இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

குறு சுற்றுதுண்டிப்பான் - MCBs (Miniature Circuit Breaker)

அதிக இடங்களில் குறுசுற்றுதுண்டிப்பானானதுமின்உருகிகளின் மாற்றாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின் உருகிகளைக் கையாளுவதில் அதிகசெயல்முறைசிக்கல்கள் உள்ளன. மின் உருகுகம்பியானதுஉருகும் தருணம் மின்சாரத்தைமீட்பதற்குவேறு ஓர் கம்பியைமாற்றிஅமைக்கவேண்டும்,பொதுவாக இச் செயலானதுமிகவும் சிக்கலானஒன்றாகும்.

குறு சுற்றுதுண்டிப்பானானதுதானாகவோமின்சுற்றைதுண்டிக்கும் பண்புகொண்டது,மின்சாரத்தைதானாகமீட்டெடுக்கும் வண்ணம் அதன் இயங்கும் வீதம் இருக்கும்.

மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவு

காந்தவிளைவுமின்னோட்டத்தின் மற்றொருவிளைவுஆகும் 1819 -ஆம் ஆண்டு ஹான்ஸ் கிறிஸ்டியன் என்பவர் மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவைவிளக்கினார். கீழ்க்காணும் செயல்பாடு- 5ன் மூலம்,மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவைநன்குபரிந்துகொள்ளமுடியும்.

மின்காந்தங்கள் - மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவின் பயன்கள்

மின்னோட்டங்களின் காந்தப் பண்புவலிமையானமின்காந்தங்கள் உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன,மின்காந்தங்களானதுமருத்துவமனைகளில் கண் காயங்களில் பொதிந்துள்ள எ.:கு அல்லது இரும்புத் துகள்களைநீக்கப் பயன்படுகிறது.

நம் அன்றாடவாழ்வில் பயன்படுத்தும் மின்சாரமணி,பளு தூக்கிமற்றும் தொலைபேசிபோன்றபல்வேறுசாதனங்களில் மின்காந்தங்கள் பயன்படுகின்றன.நாம் தற்போதுமின்னோட்டத்தின் காந்தவியல் விளைவுஎவ்வாறுதொலைபேசியில் பயன்படுத்தப்படுகிறதுஎன்பதுபற்றித் தெரிந்துக் கொள்வோம்.

தொலைபேசி

தொலைபேசிகளில்,மாறும் காந்தவிளைவானதுஒருமெல்லியஉலோகத் தாளை (டையபார்ம்) அதிர்வுக்குஉட்படுத்துகிறது. டையபார்ம்களானதுகாந்தங்களால் ஈர்க்கக்கூடியஒருஉலோகத்தால் செய்யப்படுகின்றன.

1. தொலைபேசியின் கேட்பானில் பொருத்தப்பட்டுள்ளகம்பிச்சுருளுடன் டையபார்ம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.
2. கம்பிகள் வழியேமின்னோட்டம் பாயும் போதுமென்மையான இரும்புப் பட்டையானது ஓர் மின்காந்தமாகமாற்றம் அடைகிறது.
3. டையபார்மானதுமின்காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படுகிறது.
4. மறுமுனையில் உள்ளநபர் பேசும் போதுபேசுவரின் குரலானதுமின்குற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தைமாற்றமுறச் செய்கின்றது, இந்தமாற்றம் கேட்பானில் உள்ளடையபார்மைஅதிர்வுறச் செய்துஒலியைஉண்டாக்குகிறது.

மின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவு

வேறுபட்டகடத்துத் திறன் கொண்டதிரவங்கள் வழியேமின்னோட்டம் பாயும் போதுஅவைவேதிவினைகளைஏற்படுத்துகின்றன. இந்தநிகழ்விற்குமின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவுஎன்றுபெயர். உனதுமேல் வகுப்பில் மின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவுகள் பற்றிநன்குஅறிந்துகொள்வீர்கள்.

8THஇயற்பியல்
தொகுதி-II
UNIT - II மின்னியல்

மின்துகள்கள் (Charges):

பொருள்கள் ஒன்றையொன்றுவிலக்குவதற்கு அல்லது ஈர்ப்பதற்குக் காரணமான அடிப்படைப் பண்பைப் பெற்றிருக்கும் துகள் மின்துகள் எனப்படும் (ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் அல்லது விலக்கும் பண்புமின்னூட்டம் எனப்படும்) எலக்ட்ரான், புரோட்டான் போன்ற அணுக்கூறுகளும் இந்தப் பண்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. மின்துகள்களை ஆக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ இயலாது. மின்துகள்களை நேர் மின்னூட்டம் கொண்டவை மற்றும் எதிர் மின்னூட்டம் கொண்டவை என இரண்டாக வகைப்படுத்தலாம். புரோட்டான்கள் நேர் மின்னூட்டத்தையும், எலக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்னூட்டத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன.

மின்துகள்களுக்கிடையே ஈர்ப்பு விசை அல்லது விலக்கு விசை காணப்படுகிறது. ஓரின மின்துகள்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கிக் கொள்கின்றன. வேறின மின்துகள்கள் ஒன்றையொன்று கவர் கின்றன.

மின்னூட்டம் கூலும் (C) என்ற அலகினால் அளவிடப்படுகிறது. தனித்துக் காணப்படும் துகளின் மின்னூட்டமானது சிறும மின்னூட்டம் (e) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு 1.602×10^{-19} கூலும் ஆகும். ஒரு எலக்ட்ரான் மற்றும் ஒரு புரோட்டானில் இருக்கும் மின்னூட்டத்தின் அளவு இதுவே ஆகும். புரோட்டானின் மின்னூட்டம்திப்புநேர் குறியாகவும் (+e) எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டம்திப்பு எதிர்குறியாகவும் (-e) இருக்கும். புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருப்பதால்தான் ஒரு அணுவானது மின் நடுநிலைமையுடன் காணப்படுகிறது.

மின்துகள்களின் இடமாற்றம்:

நாம் ஏற்கனவே பார்த்தபடி, ஒரு அணுவின் வெளிவட்டப்பாதையில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரான்களை எளிதாக அகற்ற முடியும். அவற்றை ஒரு பொருளில் இருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு இடமாற்றம் செய்யவும் முடியும். எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுக்கொள்ள பொருள் எதிர் மின்னூட்டத்தையும், எலக்ட்ரான்களை இழந்த பொருள் நேர் மின்னூட்டத்தையும் பெறுகிறது.

கீழ்க்காணும் மூன்று முறைகளில் ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மின்துகள்கள் இடமாற்றமடைகின்றன.

- உராய்வு மூலம் இடமாற்றம்
- கடத்துதல் மூலம் இடமாற்றம்
- மின்தூண்டல் மூலம் இடமாற்றம்

உராய்வு மூலம் இடமாற்றம்:

சீப்பினை அழுத்தமாகத் தேய்க்கும்போது தலை முடியிலிருந்து சில எலக்ட்ரான்கள் சீப்புக்குச் சென்று விடுகின்றன. எனவே, சீப்பு எதிர் மின்னூட்டமடைகிறது. இந்த எலக்ட்ரான்கள் சீப்பின் முனையில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. காகிதத்தை சிறுசிறு துண்டுகளாகக் கிழிக்கும்போது காகிதத் துண்டுகளின் ஓரங்களில் நேர் மின்துகள்களும் எதிர் மின்துகள்களும் காணப்படுகின்றன. சீப்பில் இருக்கும் எதிர் மின்துகள்கள் காகிதத்துண்டின் ஓரங்களில் இருக்கும் நேர் மின்துகள்களை ஈர்க்கின்றன. ஆகவே, காகிதத் துண்டுகள் சீப்பினை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. சீப்பைத் தலையில் தேய்க்கும் போது தலை முடியிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் உராய்வின் மூலம் சீப்புக்கு இடமாற்றமடைகின்றன. தலை முடி ஈரமாக இருந்தால் முடிக்கும் சீப்புக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு குறையும். சீப்புக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு குறையும். இதனால் தலை முடியிலிருந்து சீப்புக்கு இடமாற்றமடையும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறையும். சிலவகை பொருள்களை ஒன்றையொன்று தேய்க்கும்போது மின்துகள்கள் இடமாற்றமடைந்து அந்தப் பொருள்களின் மேற்பகுதியில் தங்கிவிடுகின்றன. இதிலிருந்து உராய்வின் மூலம் மின்துகள்கள் இடமாற்றமடைகின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

மின் நடுநிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருள் எலக்ட்ரான்களை இழப்பதால் மட்டுமே நேர் மின்னூட்ட முடைய பொருளாகிறது. நேர் மின்துகள்களைப் பெற்றுக் கொள்வதால் அல்ல.

வெவ்வேறுபொருள்களைஒன்றுடன் ஒன்றுதேய்க்கும் போதும் இது போன்றநிகழ்வுகளைக் காணலாம். ஒருகண்ணாடித் தண்டினைபட்டுத் துணியினால் தேய்க்கும்போது,கண்ணாடித் தண்டிலிருக்கும் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் (Free electrons) பட்டுத் துணிக்கு இடமாற்றமடைகின்றன. பட்டுத் துணியிலிருக்கும் எலக்ட்ரான்களைவிடகண்ணாடித் தண்டிலிருக்கும் எலக்ட்ரான்கள் தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளதே இதற்குக் காரணமாகும். கண்ணாடித்தண்டுஎலக்ட்ரான்களை இழப்பதால் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைகுறைவுபட்டுஅதுநேர்மின்னூட்டம் பெறுகிறது. பட்டுத்துணிஅதிகஎலக்ட்ரான்களைப் பெறுவதால் அதுஎதிர்மின்னூட்டம் பெறுகிறது.

எபோனைட் தண்டு (ரப்பர் தண்டு) ஒன்றைஎடுத்துஅதனைவிலக்குஉரோமம் அல்லதுகம்பளியால் தேய்க்கும் போதுகம்பளியிலிருக்கும் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் எபோனைட் தண்டுக்கு இடமாற்றம் அடைகின்றன. எபோனைட் தண்டிலிருக்கும் அணுக்களின் வெளிவட்டப்பாதையில் உள்ளஎலக்ட்ரான்களைவிட,கம்பளியிலுள்ளஅணுக்களில் உள்ளஎலக்ட்ரான்கள் தளர்வாகவேபிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவேகுறைந்தஎலக்ட்ரான்களைஉடையகம்பளிநேர்மின்னூட்டமடைகிறது. அதிகஎலக்ட்ரான்களைக் கொண்டஎபோனைட் தண்டுஎதிர் மின்னூட்டமடைகிறது.

இந்தசெயல்பாடுகளிலிருந்துசிலபொருள்களைஒன்றுடன் ஒன்றுதேய்க்கும் போதுஎலக்ட்ரான்கள் ஒருபொருளில் இருந்துமற்றொருபொருளுக்கு இமாற்றமடைவதோடுஅவைநிகரமின்னூட்டத்தையும் பெறுகின்றனஎன்பதைநாம் அறியமுடியும்.

நேர்மின்னூட்டம் பெற்றஒருகண்ணாடித் தண்டினைமற்றொருநேர்மின்னூட்டம் பெற்றகண்ணாடித் தண்டின் அருகேகொண்டுசெல்லும் போதுஅவைஒன்றைவிட்டுஒன்றுவிலகுகின்றன. ஆனால் நேர் மின்னூட்டம் பெற்றகண்ணாடித் தண்டின் அருகேஎதிர் மின்னூட்டம் பெற்றஎபோனைட் தண்டினைக் கொண்டுவரும்போதுஅவைஒன்றைஒன்றுகவர்கின்றன. தண்டுகளுக்கிடையேஉள்ள தூரம் குறையும்போதுவிலக்குவிசைஅல்லதுகவர்ச்சிவிசைஅதிகரிக்கின்றது.

எபோனைட் தண்டினை கம்பளியில் தேய்க்கும் போது கம்பளியில் இருக்கும் எலக்ட்ரான்கள் எபோனைட் தண்டிற்கு இடமாற்றம் அடைகின்றன. இதனால் இந்த எபோனைட் தண்டு மின்னூட்டம் பெறுகிறது. எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற எபோனைட் தண்டினை காகித உருளையின் அருகில் கொண்டு வரும்போது காகித உருளையில் நேர்மின் துகள்கள் உள்ளதால் எபோனைட் தண்டு காகித உருளையை ஈர்க்கிறது. எபோனைட் தண்டால் காகித உருளையைத் தொடும்போது சில எதிர் மின்துகள்களால் எபோனைட் தண்டிலிருந்து காகித உருளைக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. எனவே காகித உருளையிலுள்ள எதிர்மின்துகள்கள் எபோனைட் தண்டிலுள்ள எதிர்மின்துகள்களை எதிர்க்கின்றன. இதனால் அவை விலக்கமடைகின்றன.

மின்துகள்களை தங்களுக்குள் பாய அனுமதிக்கும் பொருள்கள் மின்கடத்திகள் எனப்படும். அலுமினியம், தாமிரம் போன்ற உலோகங்கள் மின் கடத்திகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். மின்துகள்களை தங்களுக்குள் எளிதாக பாய அனுமதிக்காத பொருள்கள் மின்காப்புப் பொருள்கள் எனப்படும். ரப்பர், மரம், நெகிழிப் பொருள்கள் ஆகியன மின்காப்புப் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

ஆகவே நேரடியாகத் தொடுவதன் மூலமும் ஒரு பொருளில் இருக்கும் மின்துகள்களை மற்றொரு பொருளுக்கு மின்துகள்களை இடமாற்றம் செய்யும் முறைக்கு கடத்துதல் மூலம் இடமாற்றம் செய்தல் என்று பெயர்.

மின்தூண்டல் மூலம் இடமாற்றம்:

மின்னூட்டம் பெறாத பொருள் ஒன்றினை மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள் ஒன்றினால் தொடும்போது அது மின்னூட்டமடைகிறது ஆனால், நேரடியான தொடுதல் இன்றியே ஒரு பொருளை மின்னூட்டமடையச் செய்ய முடியும். மின்னூட்டம் பெற்ற ஒரு பொருளை மின்னூட்டம் பெறாத பொருளின் அருகே கொண்டு சென்று தொடுதல் இன்றி அதனை மின்னூட்டமடையச் செய்யும் நிகழ்வு மின்தூண்டல் மூலம் இடமாற்றம் செய்தல் எனப்படும். இம்முறையில் மின்னூட்டம் பெற்ற பொருளுக்கு அருகில் இருக்கும் முனையில் அதற்கு எதிரான மின்னூட்டமும் மறு முனையில் ஒத்த மின்னூட்டமும் தூண்டப்படுகின்றன.

எதிர்மின்னூட்டம் பெற்றநெகிழித் தண்டினைமின் நடுநிலையில் இருக்கும் ஒருநெகிழித் தண்டின் அருகில் கொண்டுவரவும். எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றதண்டினைமின்னூட்டம் பெறாததண்டின் அருகேகொண்டுவரும் போது,மின்னூட்டம் பெறாததண்டில் இருக்கும் எதிர்மின்துகள்கள் விலக்கமடைகின்றன. இதனால் மின்னூட்டம் அடையாததண்டுப் பகுதியின் ஒருபகுதியில் நேர் மின்னூட்டம் தூண்டப்படுகிறது. அதன்

மறுமுனையில் எதிர் மின்னூட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இந்தத் தண்டினைபுவிடும் இணைக்கும் போது அனைத்து எதிர்மின்துகள்களும் புவிக்குச் சென்றுவிடுகின்றன. இதனால் மின்னேற்றம் பெற்றதண்டினுள் எதிர் மின்துகள்கள் சுழியாகி நேர்மின்துகள்கள் தண்டுமுழுவதும் சீராகப் பரவிவிடும்.

இதுபோல நேர்மின்னூட்டமடைந்த தண்டினை மின்னூட்டமடையாத தண்டின் அருகே கொண்டுவரும் போது மின்னூட்டமடையாத தண்டில் இருக்கும் எலக்ட்ரான்கள் நேர்மின்னூட்டமடைந்த தண்டினை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. அதன் விளைவாக, அருகிலுள்ள முனையில் அதிக எதிர் மின்னூட்டமும், தொலைவிலுள்ள முனையில் அதிக நேர் மின்னூட்டமும் சேர்கின்றன. இதனால் நேர்மின்னூட்டமடைந்த தண்டுக்கு அருகில் இருக்கும் முனையில் எதிர் மின்னூட்டமும், மறு முனையில் நேர்மின்னூட்டமும் தூண்டப்படுகின்றன.

மின்துகள்களின் ஓட்டம்:

அதிகளவு எதிர் மின்னூட்டம் (அதிக எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்கள்) கொண்ட உலோகக் கோளம் ஒன்றும் உங்களிடம் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த இரண்டு உலோகக் கோளங்களையும் ஒரு உலோகக் கம்பியினால் இணைக்கும்போது எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற கோளத்தில் இருக்கும் கூடுதலான எலக்ட்ரான்கள் நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற கோளத்தை நோக்கி பாயத் தொடங்குகின்றன. இருகோளங்களிலும் இருக்கும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை சமமாகும் வரை இந்த நிகழ்வு தொடர்ந்து கொண்டே இருக்கும். இங்கு நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற கோளம் உயர் மின்னழுத்தம் கொண்டதாகவும், எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற கோளம் குறைந்த மின்னழுத்தம் கொண்டதாகவும், கருதப்படுகிறது. எனவே, எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த மின்னழுத்தமுள்ள பகுதியிலிருந்து அதிக மின்னழுத்தமுள்ள பகுதியை நோக்கிப் பாயத்தொடங்குகின்றன. இந்நிகழ்வு மின்னோட்டம் (எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டம்) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டு கோளங்களின் மின்னூட்டங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடு மின்னழுத்தம் (Voltage) அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாடு (Potential difference) என அழைக்கப்படுகிறது.

எலக்ட்ரான்களின் கண்டுபிடிப்பிற்கு முன்பு நேர்மின்துகள்கள் கடத்திகளின் வழியாகப் பாய்வதால்தான் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என அறிஞர்கள் கருதினர். நேர்மின்துகள்கள் பாயும் திசை மரபு மின்னோட்டத்தின் திசையாகக் கருதப்படுகிறது. மரபு மின்னூட்டம் உயர் மின்னழுத்தத்திலிருந்து குறைந்த மின்னழுத்தத்தை நோக்கிப் பாய்கிறது.

நிலைமின்காட்டி:

பொருளொன்றில் மின்துகள்கள் இருப்பதைக் கண்டறியப் பயன்படும் அறிவியல் கருவி நிலைமின்காட்டி ஆகும். 1600 ஆம் ஆண்டு வில்லியம் கில்பர்ட் என்ற ஆங்கிலேய இயற்பியல் அறிஞர் முதன்முதலாக நிலைமின்காட்டியை வடிவமைத்தார். இதுவே, முதலாவது அறிவியல் சாதனமாகும். தக்கைப் பந்து நிலைமின்காட்டி, தங்க இலை நிலைமின்காட்டி என இரண்டு வகை நிலைமின்காட்டிகள் உள்ளன. பெரும்பாலும் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் பொருள்களைப் (உலோகம்) பயன்படுத்தி நிலைமின்காட்டிகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. ஓரின மின்துகள்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கிக் கொள்கின்றன மின்னூட்டம் பெற்ற பொருளொன்றை உலோகக் குமிழுக்கு அருகில் கொண்டு வரும்போது எலக்ட்ரான்கள் அதிலிருந்து வெளியே வரும் அல்லது அதன் வழியே உள்ளே செல்லும். இதன் காரணமாக நிலைமின்காட்டியின் உள்ளே இருக்கும் உலோக இலைகள் மின்னூட்டமடைகின்றன. எதிர் மின்னூட்டமடைந்த ஒரு பொருளை குமிழுக்கு அருகில் கொண்டு வரும்போது, குமிழில் நேர்மின்னூட்டமும் அதன் மறுமுனையில் இருக்கும் உலோக இலைகளில் எதிர்மின்னூட்டமும் தூண்டப்படுகின்றன. இரண்டு உலோக இலைகளிலும் எதிரெதிர் மின்னூட்டம் இருப்பதால் அவை ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்கின்றன. இப்பொழுது நேர் மின்னூட்டமடைந்த பொருள் ஒன்றினை உலோகக் குமிழுக்கு அருகில் கொண்டு வரும்போது உலோக இலைகளில் உள்ள எதிர் மின்னூட்டங்கள் மேல் நோக்கி நகர்கின்றன. இதனால் இரண்டு உலோக இலைகளும் நேர் மின்னூட்டம் பெற்று அவை முன்பு போலவே ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்கின்றன.

1600 ஆம் ஆண்டுவில்லியம் கில்பர்ட் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட நிலைமின்காட்டி வெர்சோரியம் என்றழைக்கப்பட்டது. உலோகஊசி ஒன்றினை மேடையொன்றில் தொங்கவிடப்பட்டிருந்த அமைப்பை வெர்சோரியம் என்று அழைக்கப்பட்டது. இந்த உலோகஊசியானது அதனருகே கொண்டுவரப்படும் மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள்களால் ஈர்க்கப்படும்.

தங்க இலை நிலைமின்காட்டி:

தங்க இலை நிலைமின்காட்டியை 1787 ஆம் ஆண்டு ஆங்கிலேய அறிவியல் அறிஞர் ஆபிரகாம் பெனட் என்பவர் வடிவமைத்தார். தங்கம், வெள்ளி ஆகிய இரு உலோகங்களும் மிகச் சிறந்த மின்கடத்திகளாக இருப்பதால் அவை நிலைமின்காட்டியில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அமைப்பு:

தங்கலைநிலைமின்காட்டி ஒருகண்ணாடி ஜாடியைக் கொண்டுள்ளது. இதில் பித்தளைக் கம்பி ஒன்று, ஒரு தக்கை வழியாக செங்குத்தாக பொருத்தி வைக்கப்பட்டுள்ளது. பித்தளைக் கம்பியின் வெளிமுனை பித்தளையினால் ஆன ஒரு குமிழோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் மறுமுனை ஜாடியினுள்ளே இருக்கும் இரண்டு தங்க இலைகளோடு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

செயல்படும் விதம்:

மின்னூட்டம் பெற்ற பொருளொன்றினைக் கொண்டு பித்தளைக் குமிழினைத் தொடும் போது அதிலிருக்கும் மின்னூட்டம் பித்தளைக் குமிழ் வழியாக தங்க இலைகளுக்கு இடமாற்றமடைகிறது. இதனால் இரு இலைகளும் ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்கின்றன. இரண்டு இலைகளும் ஒரே மின்னூட்டத்தைப் பெற்றுள்ளதே இதற்குக் காரணமாகும்.

மின்னேற்றம்:

ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மின்துகள்களை இடமாற்றம் செய்வது மின்னேற்றம் எனப்படும். தங்க இலைநிலைமின்காட்டியில் பித்தளைக் குமிழ் வழியாக தங்க இலைகளுக்கு மின்துகள்கள் இடமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன.

மின்னிறக்கம்:

ஒரேவகையான மின்னூட்டம் பெற்ற தங்க இலைகள் மின்துகள்களை இழந்து விடுவதால் சிறிது நேரம் கழித்து மீண்டும் அருகருகே வருகின்றன. இந்நிகழ்வு, மின்னிறக்கம் எனப்படும். பித்தளைக் குமிழை ஒருவர் தன் கையினால் தொடும் போது இலைகளில் இருந்த மின்துகள்கள் கைகள் வழியாக புவிக்குள் பாய்கிறது. இதன் காரணமாகவும் மின்னிறக்கம் நடைபெறுகிறது.

மின்னல் மற்றும் இடி:

கம்பளத்தில் கால்களைத் தேய்த்து விட்டு கைப்பிடியைத் தொடும் போது மின்னதிர்ச்சி ஏற்படுவது மின்னிறக்கம் மூலம் நடைபெறுகிறது. கையிலிருந்த எலக்ட்ரான்கள் நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட கைப்பிடியால் இழுக்கப்படுவதால் மின்னிறக்கம் ஏற்படுகிறது. மின் அதிர்ச்சி ஏற்படுவது போலத் தோன்றும் இந்த எலக்ட்ரான்களின் நகர்வினால் நமது உடல் ஒரு சில எலக்ட்ரான்களை இழக்கிறது. மின்னிறக்கம் ஒரு ஊடகத்தில், பொதுவாக வாயுக்களில் நடைபெறுகிறது. மேகங்களில் நடைபெறும் மின்னிறக்கத்திற்கு ஒரு உதாரணம் மின்னல் ஆகும்.

மேகங்களுக்கிடையிலோ அல்லது மேகங்களுக்கும் புவிக்கும் இடையிலோ மின்னிறக்கம் நடைபெறுவதால் மின்னல் உருவாகிறது. இடியுடன் கூடிய மழை பெய்யும் போது காற்றுமேல் நோக்கி வேகமாக நகர்கிறது. இந்தக் காற்றானது மிகச் சிறிய பனிப்படி கங்களை மேல் நோக்கி இழுத்துச் செல்கிறது. அதே நேரத்தில் சிறிய நீர்த் துளிகள் மேலிருந்து கீழ் நோக்கி நகர்கின்றன. அவை ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும் போது பனிப்படி கங்கள் நேர் மின்னூட்டமடைந்து மேல் நோக்கி நகர்கின்றன. நீர்த்துளிகள் எதிர் மின்னூட்டமடைந்து கீழ் நோக்கி நகர்கின்றன.

இதனால் மேகங்களின் மேற்பகுதி நேர் மின்னூட்ட முடைய துகள்களாலும் கீழ்ப்பகுதி எதிர் மின்னூட்ட முடைய துகள்களாலும் நிறைந்திருக்கும். இவை இரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று சந்திக்கும் இவை நீர்த் துளிகளில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை பனிப்படி கத்தில் உள்ள நேர்மின் துகள்கள் ஈர்க்கின்றன. இதனால் மின்சாரம் உருவாகி மின்னல் தோன்றுகிறது.

சில நேரங்களில் எதிர் மின்துகள்கள் நிறைந்த மேகங்களின் கீழ்ப்பகுதியான துமலைகள், உயர்ந்த மரங்கள், கட்டடங்கள் மற்றும் மனிதர்கள் அருகே காணப்படும் நேர்மின் துகள்களோடு தொடர்பு கொள்கின்றன. இந்த மின்னிறக்கம் காரணமாக, அதிகப்படியான வெப்பம் மற்றும் தீப்பொறி உருவாகி, நாம் காணக்கூடிய மின்னல் தோன்றுகிறது. இந்த மின்னலின் மூலம் மிகப்பெரிய அளவிடான மின்சாரம் மின்னிறக்கமடைந்து 30,000°C வெப்பநிலைக்கும் அதிகமான வெப்பம் உருவாகிறது. அதிக அளவிலான இந்த வெப்பத்தினால் காற்று விரைவாக விரிவடைந்து மீண்டும் விரைவாக சுருங்குகிறது. காற்று விரைவாக சுருங்கி விரிவதால் அங்கு ஒரு அதிர்ச்சி அலை உருவாகி மிகப்பெரிய சத்தமாக வெளிப்படுகிறது. இந்த சத்தம் இடி என அழைக்கப்படுகிறது.

மின்னல் ஒருமரத்தைத் தாக்கும்போது உருவாகும் அதிகப்பெய்தினால் மரத்தினுள் உள்ளநீரானது ஆவியாகி மரம் எரிந்துவிடுகிறது.

புவிப் பரப்பிற்கும் மேகங்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் அதிகமாக இருப்பதாலும் ஒளியின் திசைவேகம் ஒளியின் திசைவேகத்தைவிட மிகவும் அதிகம் என்பதாலும் சில நேரங்களில் இடிச் சத்தம் கேட்பதற்கு முன்னரே மின்னல் நம் கண்களுக்குத் தெரிகிறது.

மின்னல் மற்றும் இடியுடன் கூடிய மழையின்போது திறந்த வெளியிலோ அல்லது மரத்தின் அடியிலோ நிற்பதைத் தவிர்க்கவேண்டும். கீழே அமர்ந்து தலையைக் குனிந்து கொள்வது நல்லது. அதைவிட வாகனங்களுக்குள் இருப்பது பாதுகாப்பானது. வாகனங்களின் உலோகப் பரப்பு நிலைமின் தடுப்புறையாகப் செயல்பட்டு மின்னலானது வாகனத்திற்குள் அமர்ந்திருப்பவர்களை தாக்காமல் அது பாதுகாக்கிறது.

புவித்தொடுப்பு:

புவித்தொடுப்பு என்பது, மின்சாதனங்களில் இருக்கும் மின்காப்புறைகள் பழுதாகும் போது நமக்கு மின்னதிர்ச்சி ஏற்படாமல் இருப்பதற்கான பாதுகாப்பு நடவடிக்கை ஆகும். மின்னிறக்கம் அடையும் மின்னாற்றலை குறைந்த மின்தடை கொண்ட கம்பியின் மூலம் புவிக்கு இடமாற்றம் செய்யும் முறையே புவித்தொடுப்பு என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

பல்வேறு மூலங்களிலிருந்தும் நமக்கு மின்னாற்றல் கிடைக்கிறது. மின்கலம் மின்னாற்றலை அளிக்கும் ஒரு மூலம் ஆகும். சுவர்க் கடிசைகள், அலைபேசிகள், போன்றவற்றில் நாம் மின்கலத்தைப் பயன்படுத்துகிறோம். குளிர்சாதனப் பெட்டி, குளிர்நீர், சலவை இயந்திரம், தொலைக்காட்சிப் பெட்டி, மடிக்கணினி, நீர் கொதிகலன் போன்றவை இயங்குவதற்கு வீடுகளில் வழங்கப்படும் மின்சாரத்தை நாம் பயன்படுத்துகிறோம். வீட்டு உபயோகப் பொருள்களான கொதிகலன் மற்றும் மின்சலவைப் பெட்டி போன்றவை பொதுவாக மின்னோட்டக் கம்பி, நடுநிலைக் கம்பி மற்றும் புவித்தொடுப்புக் கம்பி ஆகிய மூன்றுவகையான கம்பிகளைக் கொண்டிருக்கும். புவித்தொடுப்புக் கம்பியானது மின்சாதனங்களின் உலோகப் பரப்போடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எதிர்பாராத விதமாக மின்னதிர்ச்சி ஏற்படுவதைத் தடுப்பதற்காக இவ்வாறு அது இணைக்கப்படுகிறது.

உதாரணமாக, மின்சலவைப் பெட்டியில் மின்னோட்டக் கம்பியானது மின்காப்புறை மூலம் முறையாகப் பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கும். ஒருவேளை மின்கசிவு மூலம் மின்காப்புறை எரிந்து போனால் மின்னோட்டக் கம்பியானது உலோகப் பரப்பைத் தொடுவதற்கான வாய்ப்புள்ளது. புவித் தொடுப்புக் கம்பியானது

உலோகப் பரப்பில் முறையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது, அதிகப்படியாக வரும் மின்னோட்டம் புவியில் மின்னிறக்கம் செய்யப்பட்டு, மின் அதிர்ச்சியிலிருந்து நாம் பாதுகாக்கப்படுகிறோம். புவியானது சிறந்த மின்கடத்தி என்பதால், பழுதடைந்த மின்காப்புறையிலிருந்து கசியும் மின்சாரம் அதன் வழியே பாய்ந்து செல்கிறது.

மின்னல் கடத்தி:

உயரமான கட்டடங்களை மின்னல் பாதிப்புகளிலிருந்து பாதுகாக்க உதவும் ஒரு கருவி மின்னல் கடத்தி ஆகும். இந்த மின்னல் கடத்தியில் ஒரு உலோகத் தண்டானது கட்டடத்தின் மேற்பகுதியில் காற்றுடன் தொடர்புகொள்ளும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கட்டடங்கள் கட்டப்படும்போது, இந்த உலோகத் தண்டும் அதிலிருந்து வரும் தாமிரக் கம்பியும் கட்டடத்தின் சுவர்களில் பொருத்தப்படும். தாமிரக் கம்பியின் மறுமுனை புவிக்கு அடியிலுள்ள உலோகத் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மின்னல் விழும்போது அது கட்டடத்தின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் கூர்முனைகளையுடைய உலோகத் தண்டினால் இழுக்கப்படுகிறது. புவியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள தாமிரக் கம்பி வழியாக இந்த மின்னோட்டம் புவிக்குள் பாய்கிறது. மின்னல் தாங்கி இல்லாவிட்டால் கட்டடத்தின் மீது மின்னல் நேரடியாக விழுந்து கட்டடம் சேதமடைந்துவிடும்.

மின் சுற்றுகள்:

எதிரெதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற இரண்டு உலோகக் கோளங்களை ஒரு உலோகக் கம்பியினால் இணைக்கும் போது குறைந்த மின்னழுத்தம் கொண்ட கோளத்திலிருந்து அதிக மின்னழுத்தம் கொண்ட கோளத்திற்கு எலக்ட்ரான்கள் பாயத் தொடங்கும் என்பதைப் படித்தோம். இதைப் போலவே, மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட ஒரு மின்கலத்தின் இரு மின்வாய்களையும் ஒரு உலோகக் கம்பியினால் இணைக்கும்போது எதிர் மின்வாயிலிருந்து நேர் மின்வாய்க்கு எலக்ட்ரான்கள் பாயத் தொடங்கும்.

மின்மூலம் ஒன்றின் ஒருமுனையிலிருந்து மற்றொருமுனைக்கு எலக்ட்ரான்கள் பாயும் பாதை மின்சுற்று எனப்படும்.

ஒரு எளிய மின்சுற்றில் மின்சார மூலம் (மின்கலம்), எலக்ட்ரான்கள் செல்வதற்கான பாதை (உலோகக் கம்பி), சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் சாவி மற்றும் மின்சாரத்தால் செயல்படும் ஒரு சாதனம் (மின்தடை) ஆகியனானது கூறுகள் காணப்படும். மின்கலம், உலோகக் கம்பிகள், சாவி மற்றும் மின் விளக்கு ஆகியவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மின்கலம் அல்லது வீடுகளிலுள்ள மின்சாரம் இதில் மின்மூலமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்தடை என்பது மின்னாற்றலைப் பயன்படுத்தும் சாதனத்தைக் குறிக்கிறது. மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கும், அதை நிறுத்துவதற்கும் மற்றும் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் சாவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. சாவி மூடியிருக்கும் போது மின்னோட்டம் எதிர் மின்வாயிலிருந்து மின்சுற்றிலுள்ள உலோகக் கம்பி, மின் விளக்கு, சாவி ஆகியவற்றின் வழியாகப் பாய்ந்து இறுதியில் நேர் மின்வாயை வந்தடைகிறது. மின்விளக்கிலுள்ள மின்னிறைவழியாக மின்னோட்டம் பாயும் போது அது எளியத்தொடங்கும். இந்த நான்கு கூறுகளையும் இரண்டு வழிகளில் நாம் இணைக்கலாம். அவை தொடரிணைப்பும் பக்க இணைப்பும் ஆகும்.

ஈல்	(Eel) என்ற ஒரு வகையான விலாங்குமீன்	650	வாட்ஸ்
அளவுக்கு மின்சாரத்தை உருவாக்கி மின்னதிர்ச்சியை ஏற்படுத்தும்.			ஆனால்
தொடர்ச்சியாக அது மின்னதிர்ச்சியைக் கொடுத்துக் கொண்டிருந்தால்	அதனுடைய உடலில் இருக்கும்		மின்னூட்டம் முழுவதுமாக மின்னிறக்கம் அடைந்துவிடும்.
		அதன்பின்	அதனைத்

தொடரிணைப்பு:

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்தடைகளையும் (மின் விளக்குகள்), மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு ஒரே ஒரு பாதையையும் கொண்டுள்ள மின்சுற்று தொடர் மின்சுற்று எனப்படும். எலக்ட்ரான்கள் மின்கலத்தின் ஒரு முனையில் தொடங்கி எந்தக் கிளைகளில்லாத முடிய மின்சுற்றில், மின் தடைகள் (மின் விளக்குகள்) வழியாகப் பாய்ந்து மின்கலத்தின் மறுமுனையைச் சென்றடைகின்றன. தொடரில் உள்ள அனைத்து மின்கூறுகளும் ஒன்றன்பின் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால், மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு மின்சுற்று முழுவதும் மாறாமல் இருக்கும். ஆனால் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பானது மின்சுற்றிலுள்ள மின்தடைகளில் பிரிந்து காணப்படுகிறது.

தொடரிணைப்பில் மின்கலத்திலிருந்து மின்னோட்டம் (எலக்ட்ரான்) பாய்வதற்கு ஒரே ஒரு முடிய சுற்றுமட்டுமே உள்ளது. இதில் மின்கலம், சாவி மற்றும் இரண்டு மின்விளக்குகள் ஒன்றின் பின் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்சுற்றில் இரண்டு மின்விளக்குகளும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் வரிசையின்படி, அவை ஒவ்வொன்றின் வழியாக எலக்ட்ரான்கள் பாய்ந்து செல்லும். இணைப்பிலுள்ள எந்தேனும் ஒரு மின்விளக்கை நீக்கிவிட்டால் பிற மின்விளக்குகளுக்கு மின்னோட்டம் பாய்வது தடைப்படும். விழாக்காலங்களில் தொடர் மின்விளக்குகளை நாம் அமைக்கிறோம். தொடர் இணைப்பிலுள்ள மின்விளக்குகளுள் ஒரு மின்விளக்குப் பழுதடைந்தாலும் பிறவிளக்குகளும் எரியாது. தொடரில் இணைக்கப்படும் மின்விளக்குகளின் எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்தும் போது மின்விளக்குகளின் வெளிச்சம் குறைந்து கொண்டே வரும். ஏனெனில், மின்கலத்திலுள்ளிருந்து வரும் மின் திறன் அதிக எண்ணிக்கையிலான மின்விளக்குகளில் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகிறது.

மின்தடைகள் தொடரிணைப்பில் உள்ள போது ஒவ்வொரு மின்தடை வழியாகவும் ஒரே அளவு மின்னோட்டம் பாய்வதையும், அவற்றிற்கிடையே மின்னழுத்தம் வெவ்வேறாக இருப்பதையும் நாம் பார்த்தோம். மூன்று மின்விளக்குகள் ஒரே தொடரில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாக நாம் கருதுவோம். சுற்றின் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தை I எனவும். மின்விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள மின்னழுத்தத்தை V_1, V_2, V_3 எனவும் எடுத்துக்கொண்டால், மின்மூலத்திலிருந்து கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் V ஒவ்வொரு மின்விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள மின்னழுத்தங்களின் கூடுதலுக்குச் சமமாக இருக்கும்.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

பக்க இணைப்பு:

பக்க இணைப்பில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்தடைகள் (மின்விளக்குகள்) ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாதைகளைக் கொண்ட மின்சுற்றில் இணைக்கப்படுகின்றன. இதனால், மின்கலத்தின் ஒரு முனையிலிருந்து புறப்படும் எலக்ட்ரான்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முடிய சுற்றுக்களில் பாய்ந்து மின்கலத்தின் மறுமுனையை அடைகின்றன. பக்க இணைப்பில் மின்தடைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம் மாறாமல் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆனால் மின்சுற்றின் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு மின்தடையிலும் பிரிந்து வெவ்வேறு அளவாக இருக்கும்.

மின்னோட்டமானது ABEFA மற்றும் ABCDEFA ஆகிய இரு பாதைகளில் பாய்ந்து செல்ல முடியும். மின்கலத்திலிருந்து வரும் மின்னோட்டமானது ABEFA என்ற பாதை வழியாகவோ அல்லது ABCDEFA என்ற பாதை வழியாகவோ பாய்ந்து மீண்டும் மின்கலனை வந்தடைகின்றது. இதில் ஒரு மின்விளக்கு பழுதடைந்தாலும், இரண்டாவது மின்விளக்கு எரியமுடியும் என்பதை அறியலாம். ஏனெனில், மின்னோட்டமானது இரண்டு வெவ்வேறு பாதைகளில் பாய்கிறது. நாம் வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் மின்விளக்குகள் அனைத்தும் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் வீட்டில் இருக்கும் ஒரு மின்விளக்கு எரியாமல் இருந்தாலும் பிற விளக்குகள் எரிகின்றன. மேலும், தொடரிணைப்பிலுள்ள மின்

தொடர்மற்றும் பக்க இணைப்புகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடு:

தொடர் இணைப்புச் சுற்று	பக்க இணைப்புச் சுற்று
மின்சுற்றிலுள்ள அனைத்துக் கூறுகளிலும் சமஅளவிலான மின்னோட்டம் பாயும்	ஒவ்வொரு கூறிலும் பாயும் மின்னோட்டங்களின் கூடுதல் மின்கலனிலிருந்து பாயும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்
மின்சுற்றின் ஒவ்வொரு கூறுகளுக்கு இடையேயான மின்னழுத்தங்களின் மின்கலனின் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்	மின்சுற்றிலுள்ள அனைத்து கூறுகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம் சமமாக இருக்கும்
அனைத்து மின்சுறுகளும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்	அனைத்து மின்சுறுகளும் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப் பட்டிருக்கும்
ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் இணைப்பு தடைப்பட்டால் மின் சுற்றின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயாது	ஏதேனும் ஒரு மின்சுறு செயல்படாமல் இருந்தாலும் மற்ற மின்சுறுகள் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்

விளக்குகளைப்போல் பக்க இணைப்பில் மின்விளக்குகள் மங்கி எரிவதில்லை. ஏனெனில், ஒரு மின்சுற்றுப் பாதையில் இருக்கும் மின்னழுத்த வேறுபாடுதான் அனைத்து மின்சுற்றுப் பாதைகளிலும் இருக்கும்.

மூன்று மின்விளக்குகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். ஒவ்வொரு மின்விளக்கினிடையே V என்ற மின்னழுத்தம் உள்ளதாகவும் ஒவ்வொரு மின்விளக்கிலும் I_1, I_2, I_3 என்ற மின்னோட்டங்கள் பாய்வதாகவும் எடுத்துக்கொண்டால், மின்கலனிலிருந்து பாயும் மின்னோட்டமானது (I), மூன்று மின்தடைகளின் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள்:

ஒரு கடத்தியின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்போது அது ஒரு சில விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இவை மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மின்னோட்டத்தின் இந்த விளைவினால் மின்னாற்றலானது வெப்ப ஆற்றல், இயந்திர ஆற்றல், காந்த ஆற்றல், வேதி ஆற்றல் என பல்வேறு ஆற்றல்களாக மாற்றமடைகின்றது.

மின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவு:

உலோகங்கள் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் என்பதை நாம் அறிவோம். இந்தச் செயல்பாடு மூலம் திரவப்பொருள்களும் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் என்பதை நாம் அறிய முடிகிறது. கரைசல் ஒன்றின் வழியே மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்போது கரைசலில் சில வேதிவினைகள் உண்டாகின்றன. இந்த வேதிவினைகள் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் எலக்ட்ரான்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. இதுவே மின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவு ஆகும். கரைசலின் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்போது கரைசலில் இருக்கும் மூலக்ரூபங்கள் நேர் மற்றும் எதிர் மின் அயனிகளாக வேதிச் சிதைவடைவது மின்னாற்பகுத்தல் எனப்படும். மின்னாற்பகுத்தல் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுகிறது. உலோகங்களை அவற்றின் தாதுப்பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல் மற்றும் தூய்மைப்படுத்துதலில் மின்னாற்பகுத்தல் மற்றும் தூய்மைப்படுத்துதலில் மின்னாற்பகுத்தல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னாற்பகுத்தலின் மிக முக்கியமான பயன் மின்முலாம் பூசுதல் ஆகும்.

மின்முலாம் பூசுதல்:

மின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவின் பொதுவான பயன்பாடு மின்முலாம் பூசுதல் ஆகும். மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்வதன் மூலம், ஒரு உலோகத்தின் படலத்தை மற்றொரு உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் படியவைக்கும் நிகழ்வு மின்முலாம் பூசுதல் எனப்படும்.

மின்முலாம் பூசுதல் பல்வேறுதுறைகளில் பயன்படுகிறது. உறுதித் தன்மைக்காகபாலங்கள் மற்றும் வாகனங்களில் நாம் இரும்பினைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஆனால் இரும்பின்மீதுஅரிமானம் ஏற்பட்டுஅதுதுருப்பிடிக்கிறது. இரும்பின் மீதுஏற்படும் அரிமானம் மற்றும் துருப்பிடித்தலைத் தவிர்ப்பதற்காகஅதன் மீதுதுத்தநாகப்படலம்பூசப்படுகிறது. அதுபோல,குரோமியம் பளபளப்புத் தன்மையுடையது. அதுஎளிதில் துருப்பிடிப்பதில்லை. எளிதில் இதன்மீதுகீறல் விழாது. ஆனால்.குரோமியம் விலைஉயர்ந்தது.

மேலும்,குரோமியத்தைமட்டுமேபயன்படுத்திமுற்றிலுமாகஒருபொருளைஉருவாக்குவதற்குஅதிகசெலவுஏற்படும். எனவே,வாகனங்களின் உதிரிபாகங்கள்,குழாய்கள்,எரிவாயுஎரிசகலங்கள் மிதிவண்டியின் கைப்பிடிக்கிகள்,வாகனங்களின் சக்கரங்கள் ஆகியவற்றைவிலைமலிவானஉலோகத்தால் செய்து,பிறகுஅதன் மீதுகுரோமியம் மேற்பூச்சாகபூசப்படுகிறது.

மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவு:

கடத்தியின் வழியாகமின்னோட்டம் பாயும்போது,அதில் நகரும் எலக்ட்ரான்களுக்கும்,அதிலுள்ள மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையேகுறிப்பிடத்தகுந்தஅளவில் உராய்வுநடைபெறும். இந்தநிகழ்வின் போதுமின்னாற்றல் வெப்பஆற்றலாகமாற்றப்படுகிறது. இதுவேமின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவுஆகும். அவ்வாறுஉருவாகும் வெப்பத்தின் அளவுஅக்கம்பியால் வழங்கப்பட்டமின்தடையைப் பொறுத்துஅமையும்.

தாமிரக் கம்பிகுறைந்தஅளவுமின்தடையைக் கொண்டிருப்பதால்,அதுஎளிதில் வெப்பமடைவதில்லை. அதேசமயம் மின்விளக்குகளில் பயன்படுத்தப்படும் டங்ஸ்டன் அல்லதுநிக்ரோம் ஆகியவற்றின் மெல்லியகம்பிகள் அதிகமின்தடையைக் கொண்டுள்ளன. எனவே,அவைஎளிதில் வெப்பமடைகின்றன. இதனால்தான் டங்ஸ்டன் கம்பியைமின்விளக்குகளிலும்,நிக்ரோம் கம்பியைபொருள்களைவெப்பப்படுத்தப் பயன்படும் வீட்டுஉபயோகப் பொருள்களிலும் பயன்படுத்துகிறோம். மின்சாரத்தின் வெப்பவிளைவினைபல்வேறுசாதனங்களில் காணமுடியும். அவற்றுள் சிலகீழேதரப்பட்டுள்ளன.

மின் உருகி:

குறைவானஉருகுநிலைகொண்டவெள்ளீயம் மற்றும் காரீயம் கலந்தஉலோகக் கலவையினால் தயாரிக்கப்பட்டதுண்டுக் கம்பியேமின் உருகிஆகும். இதனைமின்சுற்றுக்களில் இணைக்கலாம். இதுஒருகுறிப்பிட்டஅளவுமின்சாரத்தைமட்டுமேபயன்படுத்தக்கூடியது. அதிகஅளவிலானமின்னோட்டம் இதன் வழியாகப் பாயும்போது, இது சூடாகி உருகிவிடுகின்றது. இதுகுறைந்தஉருகுநிலையைக் கொண்டுள்ளதால் எளிதில் உருகிமின்சுற்றைதிருந்தசுற்றாக்கிவிடும். இதனால்,மின்சாதனங்கள் பழுதாவதுதவிர்க்கப்படுகிறது.

மின் சமையற்கலன்:

மின் சமையற்கலனுக்குள் இருக்கும் கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும்போதுஅது சூடாவதால்,சமையற்கலனும் சூடாகிறது. இதனால் வெளிப்படும் வெப்பஆற்றலைவெப்பக்கடத்தல் மூலமாகசமையற்கலன் பெறுகிறது.

மின் கொதிகலன் (Electric kettle):

கொதிகலனின் அடிப்பகுதியில் வெப்பமேற்றும் சாதனம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். வெப்பமேற்றும் சாதனத்திலிருந்துவெளிப்படும் வெப்பம் திரவம் முழுவதும் வெப்பச்சலனம் மூலம் பரவுகின்றனது.

மின் இஸ்திரிப்பெட்டி:

வெப்பமேற்றும் சாதனத்தின் வழியாகமின்னோட்டம் பாயும்போதுஉருவாகும் வெப்பமானது,அடிப்பகுதியிலுள்ளகனமானஉலோகப் பட்டைக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இதனால்,அதன் வெப்பநிலைஅதிகரிக்கிறது. இந்தவெப்பஆற்றல் ஆடைகளைத் தேய்க்கஉதவுகிறது.

9TH அறிவியல்
அலகு- 4
மின்னூட்டமும் மின்னோட்டமும்

இருபுள்ளிமின்னூட்டங்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் நிலைமின்னியல் விசைநியூட்டனின் மூன்றாவதுவிதியின் அடிப்படையில் இயங்குகிறது. ஒருமின்னூட்டத்தின் மீது ஏற்படும் விசைவினையாகவும் இன்னொருமின்னூட்டத்தின் மீது ஏற்படும் விசைஎதிர்வினையாகவும் செயல்படுகின்றன.

மின் விசை:

மின்னூட்டங்களுக்கிடையில் ஏற்படும் மின்விசை (F) இரு வகைப்படும். ஒன்று கவர்ச்சி விசை, மற்றொன்று விலக்கு விசை ஓரின் மின்னூட்டங்கள் ஒன்றையொன்று விரட்டும் வேறின் மின்னூட்டங்கள் ஒன்றையொன்று கவரும் மின்னூட்டங்களுக்கிடையில் உருவாகும் விசை மின்விசை எனப்படும். இவ்விசை “தொடுகையில்லா விசை” (non-contact force) வகையைச் சேர்ந்தது. ஏனெனில், மின்னூட்டங்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொடுதல் இல்லாமலேயே இவ்விசை செயல்படும்.

மின்புலம்:

ஒரு மின்னூட்டத்தைச் சுற்றி அதன் மின்விசையை வேறொரு சோதனை மின்னூட்டம் உணரக்கூடிய பகுதியே மின்புலம் எனப்படும். மின்புலம் பெரும்பாலும் கோடுகளாலும் மின்புலத்தின் திசை அம்புக்குறிகளாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஒரு சிறு நேர் மின்னூட்டத்தின் மீது செயல்படும் விசையின் திசையே மின்புலத்தின் திசையெனக் கொள்ளப்படும். எனவே, மின்புலத்தைக் குறிக்கும் கோடுகள் மின்விசைக் கோடுகள் எனப்படுகின்றன. மின்விசைக் கோடுகள் ஒரு ஓரலகு நேர் மின்னூட்டம் மின்புலம் ஒன்றில் நகர முற்படும் திசையில் வரையப்படும் நேர் அல்லது வளைவுக் கோடுகளாகும். அவை கற்பனைக் கோடுகளே. அக்கோடுகளின் நெருக்கம் மின்புலத்தின் வலிமையைக் குறிக்கும்.

ஒரு தனித்த நேர் மின்னூட்டத்தின் மின் விசைக் கோடுகள் ஆரவழியில் வெளிநோக்கியும், எதிர் மின்னூட்டத்தின் மின்விசைக் கோடுகள் ஆரவழியில் உள்ளநோக்கியும் இருக்கும்.

ஒருபுள்ளியில் வைக்கப்படும் ஓரலகுநேர் மின்னூட்டத்தினால் உணரப்படும் விசையே அப்புள்ளியில் மின்புலம் எனப்படும். நேர் மின்னூட்டம் ஒன்றுமின்புலத்தின் திசையிலேயே விசையைப் பெறும்; எதிர் மின்னூட்டம் ஒன்றுமின் புலத்தின் திசைக்கு எதிராக விசையைப் பெறும்.

மின்னழுத்தம்:

மின்னூட்டங்களுக்கிடையே மின்விசை (கவரும் விசையோ அல்லது விரட்டு விசையோ) இருந்தாலும், அவை அந்த நிலையிலே இருத்தப்பட்டுள்ளன ஒருமின்னூட்டத்தைச் சுற்றி ஒருமின்புலம் இருக்கும் என்பதை நாம் அறிவோம். இப்புலத்தினுள் இருக்கும் பிறிதொருமின்னூட்டம் விசையை உணரும் மறுதலையாக முதல் மின்னூட்டமும் விசையை உணரும். இம்மின்னூட்டங்களை நிலைநிறுத்தி ஓர் அமைப்பாக வைக்கவேலை செய்யப்படவேண்டும். இதன் விளைவாக “மின்னழுத்தம்” என்ற தொரு அளவீடு தோன்றுகிறது.

அனைத்து மின்விசைகளுக்கும் எதிராக ஓரலகுநேர் மின்னூட்டம் ஒன்றை ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளிக்குக் கொண்டு வரச் செய்யப்படும் வேலை மின்னழுத்தம் எனப்படும்.

மின்னோட்டம்:

மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள் ஒன்றிற்கு கடத்தும் பாதை அளிக்கப்பட்டால், எலக்ட்ரான்கள் அதிகமின்னழுத்தத்திலிருந்து குறைவான மின்னழுத்தத்திற்கு அப்பாதை வழியே பாய்கின்றன. பொதுவாக மின்னழுத்த வேறுபாடானது, ஒருமின்கலத்தினாலோ அல்லது மின்கல அடுக்கினாலோ வழங்கப்படுகிறது. எலக்ட்ரான்கள் நகரும் போது மின்னூட்டம் உருவாவதாகக் கூறுகிறோம். அதாவது, மின்னூட்டமானது நகரும் எலக்ட்ரான்களால் உருவாகிறது.

மின்னோட்டத்தின் திசை:

எலக்ட்ரான்களின் கண்டுபிடிப்புக்கு முன் நேர் மின்னூட்டங்களின் இயக்கத்தில் தான் மின்னோட்டம் அடங்கியுள்ளது என்று அறிவியலாளர் நம்பினர். இது தவறு என்பதை இப்போது நாம் அறிந்திருந்தாலும் இக்கருத்து இன்னும் பரவலாக இருந்து வருகிறது. மேலும், எலக்ட்ரானின் கண்டுபிடிப்புக்குப் பின்னரும் மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய அடிப்படைப் புரிதலில் எவ்வித பாதிப்பும் ஏற்படவில்லை. நேர் மின்னூட்டங்களின்

இயக்கம் “மரபுமின்னோட்டம்” என்றும் எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் “எலக்ட்ரான் மின்னோட்டம்” என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

மின்சுற்றுப் படங்களில் நேர் மின்வாயைநீளமானகோட்டுத்துண்டினாலும் எதிர் மின்வாயைசிறியகோட்டுத்துண்டினாலும் குறிப்பர். மின்கலஅடுக்குஎன்பதுஒன்றுக்குமேற்பட்டமின்கலங்களின் தொகுதியாகும்.

மின்னோட்டத்தைஅளவிடுதல்:

மின்னோட்டத்தின் மதிப்பைஅளவிட்டுஅதன் எண்ணளவைநம்மால் குறிப்பிடமுடியும். மின்சுற்றின் ஒருபுள்ளியைஒருவினாடியில் கடந்துசெல்லும் மின்னூட்டங்களின் மதிப்பேமின்னோட்டம் எனப்படும். அதாவது,கம்பியின் ஒருகுறிப்பிட்டகுறுக்குவெட்டுப் பரப்பை q அளவுமின்னூட்டம் t காலத்தில் கடந்திருந்தால்,மின்னோட்டத்தின் அளவு, $I = q/t$

மின்னோட்டத்தின் S.I. அலகுஆம்பியர் அதன் குறியீடுA. 1ஆம்பியர் என்பதுகம்பியொன்றின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை1வினாடியில் 1 கூலும் அளவிலானமின்னூட்டம் கடக்கும் போதுஉருவாகும் மின்னோட்டம் ஆகும்.

$$1 \text{ ஆம்பியர்} = 1 \text{ கூலும்} / 1 \text{ வினாடி (அல்லது)}$$

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C} / 1 \text{ s} = 1 \text{ C s}^{-1}.$$

ஒருமின்சுற்றில் அமையும் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பைஅளவிடஉதவும் கருவிஅம்மீட்டர் எனப்படும்.

எந்தமின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைஅளவிடவேண்டுமோஅதில் ஆம்மீட்டரைதொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டும் அம்மீட்டரின் சிவப்புமுனையின் (+) வழியேமின்னோட்டம் நுழைந்துகருப்புமுனையின் (-) வழியேவெளியேறும்.

கம்பியொன்றின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை 25 கூலும் அளவிலான மின்னூட்டம் 50 வினாடி காலத்தில் கடந்து சென்றால் அதனால் விளையும் மின்னோட்டத்தின் அளவு என்ன?

தீர்வு:

$$I = q/t = (25 \text{ C}) / (50 \text{ s}) = 0.5 \text{ C/s} = 0.5 \text{ A}$$

விளக்கு ஒன்றின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் 0.2A. விளக்கு ஒரு மணி நேரம் எரிந்திருந்தால், அதன் வழியே பாய்ந்த மொத்த மின்னூட்டத்தின் மதிப்பு என்ன?

தீர்வு:

$$I = q/t; q = I t$$

$$1 \text{ மணி} = 1 \times 60 \times 60 = 3600 \text{ s}$$

$$q = I t = 0.2 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 720 \text{ C}$$

மின்னியக்குவிசை:

நீர் நிரப்பப்பட்ட ஒரு குழாயின் இரு முனைகளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். முழுவதும் நிரம்பியிருப்பினும், நீர் தானாகவே அந்தக் குழாயினுள் சுற்றிவர முடியாது. மாறாக, இறைப்பான் (pump) ஒன்றை குழாயில் இணைத்தால், அது நீரைத் தள்ளுவதன் மூலம் குழாயினுள் நீரோட்டம் காணப்படும். இயங்கும் நீரைக் கொண்டு, பயன்படும் வகையில் வேலை செய்ய இயலும். நீர்ச்சக்கரம் ஒன்றை இடையில் பொருத்தினால், அது சுழலும்; அதன் மூலம் பொறிகளை இயக்க முடியும்.

அதுபோல, ஒரு வட்ட வடிவ தாமிரக்கம்பி எலக்ட்ரான்களால் நிரம்பி உள்ளது. எனினும், அவை எந்தக் குறிப்பிட்ட திசையிலும் இயங்குவதில்லை. அவற்றை குறிப்பிட்ட ஒரு திசையில் இயக்க, விசை பொருத்தினால், அது சுழலும் அதன் மூலம் பொறிகளை இயக்க முடியும்.

அதுபோல, ஒரு வட்ட வடிவ தாமிரக்கம்பி எலக்ட்ரான்களால் நிரம்பி உள்ளது. எனினும், அவை எந்தக் குறிப்பிட்ட திசையிலும் இயங்குவதில்லை. அவற்றை குறிப்பிட்ட ஒரு திசையில் இயக்க, விசை ஒன்று தேவைப்படுகிறது. நீர் இறைப்பான் மற்றும் மின்கல அடுக்கு ஆகியவற்றின் ஒப்பீட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்கலங்களும், மற்ற மின்னாற்றல் மூலங்களும் இறைப்பானைப் போன்று செயல்பட்டு, மின்னூட்டங்களைத் தள்ளுவதால் அவை கம்பி அல்லது கடத்தியின் வழியே பாய்கின்றன. மின்னாற்றல்

மூலங்களின் இந்த தள்ளும் செயல்பாடு அவற்றின் மின்னியக்கு விசையினால் செய்யப்படுகிறது. மின்னியக்கு விசையின் குறியீடு ϵ . ஒரு மின்னாற்றல் மூலத்தின் மின்னியக்கு விசை என்பது ஓரலகு மின்னூட்டமானது (q) மின்சுற்றை ஒருமுறை சுற்றிவர செய்யப்படும் வேலை (W) ஆகும்.

$$\epsilon = W/q$$

இங்கு W என்பது செய்யப்பட்ட வேலை மின்னியக்கு விசையின் SI அலகு ஜூல் /கூலும் (JC⁻¹) அல்லது வோல்ட் (v). மின்னாற்றல் மூலம் ஒன்று ஒரு கூலும் மின்னூட்டத்தை மின்சுற்றைச் சுற்றி அனுப்ப ஒரு ஜூலை வேலையைச் செய்தால் அதன் மின்னியக்கு விசை 1 வோல்ட் எனலாம்.

ஒரு மின்கலத்தின் மின்னியக்குவிசை 1.5V. 0.5C. மின்னூட்டத்தை அந்த மின்சுற்றைச் சுற்றி அனுப்பத் தேவைப்படும் ஆற்றல் எவ்வளவு?

தீர்வு:

$$\epsilon = 1.5 \text{ V}; q = 0.5 \text{ C}$$

$$\epsilon = W/q; W = \epsilon \times q = 1.5 \times 0.5 = 0.75 \text{ J}$$

மின்னழுத்த வேறுபாடு:

நாம் மின்கலத்தின் ஒரு முனையுடன் இன்னொரு முனையை மட்டும் கம்பி கொண்டு இணைப்பது இல்லை. பொதுவாக, ஒரு மின் விளக்கையோ, சிறு மின் விசிறியையோ அல்லது ஏதேனும் ஒரு மின் கருவியையோ இணைத்த பின் அதன் வழியே மின்னோட்டத்தை செலுத்துகிறோம். இதனால், மின்கலம் அல்லது மின்னாற்றல் மூலத்திலுள்ள குறிப்பிட்ட அளவு மின்னாற்றல் ஒளியாற்றலாகவோ, எந்திர ஆற்றலாகவோ, வெப்ப ஆற்றலாகவோ மாற்றப்படுகிறது. மின் விளக்கு (அல்லது இதரபிற மின் கருவிகள்) வழியாகச் செல்லும் ஒவ்வொரு கூலும் மின்னூட்டத்தினாலும் பிறவகைகளாக மாற்றப்படும் மின்னாற்றலின் அளவு அந்த மின் கருவிக்குக் குறுக்கே உருவாகும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் குறியீடு V .

$$V = W/q$$

இங்கு, W என்பது செய்யப்பட்ட வேலை, அதாவது பிறவகை ஆற்றல்களாக மாற்றப்பட்ட மின்னாற்றலின் அளவு (ஜூலில்) ஆகும். q என்பது மின்னூட்டத்தின் அளவு (கூலாமில்). மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னியக்குவிசை இவை இரண்டிற்கும் $S.I$ அலகு வோல்ட் (V) ஆகும்.

ஒரு மின் சூடேற்றியின் வழியாக $2 \times 10^4 \text{ C}$ மின்னூட்டம் பாய்கிறது. 5 MJ ஆது அளவு மின்னாற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது எனில், சூடேற்றியின் குறுக்கே காணப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கணக்கிடுக.

$$\text{தீர்வு: } V = W/q = 5 \times 10^6 \text{ J} / 2 \times 10^4 \text{ C} = 250 \text{ V}$$

மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளவிட உதவும் கருவி வோல்ட் மீட்டர் ஆகும். ஒரு கருவியின் குறுக்கே காணப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளந்திட வோல்ட் மீட்டர் ஒன்றை அதற்கு பக்க இணைப்பாக இணைக்க வேண்டும். மின்விளக்கு ஒன்றின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளந்திட வேண்டுமெனில், காட்டியுள்ளவாறு அதை இணைத்தல் வேண்டும்.

குறிப்பு: வோல்ட் மீட்டரின் சிவப்பு நேர்மினை மின்சுற்றின் நேர்க்குறி (+) பக்கத்துடனும் அதன் கருப்பு எதிர்முனை மின்சுற்றின் எதிர்க்குறி (-) பக்கத்துடனும் மின்சாதனத்திற்குக் (மின்விளக்கு) குறுக்கே இணைக்கப்பட வேண்டும்.

மின்தடை:

ஒரு மின் கருவியின் வழியே மின்னூட்டம் பாய்வதற்கு அக்கருவி அளிக்கும் எதிர்ப்பின் அளவே மின்தடை (R) எனப்படும். வெவ்வேறு மின் பொருள்களின் மின்தடை வெவ்வேறாக இருக்கும்.

தாமிரம், அலுமினியம் உள்ளிட்ட உலோகங்களின் மின்தடை புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் இருக்கும். எனவேதான் அவை நற்கடத்திகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மாறாக, நிக்ரோம், வெள்ளீய ஆக்சைடு உள்ளிட்ட பொருள்கள் மின்னோட்டத்திற்கு அதிக மின்தடையை அளிக்கின்றன. அவை மின் கடத்தாப் பொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும், மின்காப்புகள் என்றழைக்கப்படும் சில பொருள்கள் (கண்ணாடி, பல்படிமம் என்ற பாலிமர், இரப்பர் மற்றும் காகிதம் உள்ளிட்டவை) சிறிதும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தாதவை. இவ்வனைத்து வகைப் பொருள்களுமே பல்வேறு வகைகளில் பயனுள்ளதாகவும் மின்சுற்றுகளில் பாதுகாப்புக் கருவிகளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மின்தடையின் SI அலகு ஓம் மற்றும் அதன் குறியீடு Ω ஆகும். ஒரு கட்டத்தியின் வழியாக 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும் போது அதன் முனைகளுக்கிடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு 1 வோல்ட் எனில் அந்தக் கடத்தியின் மின்தடை 1 ஓம் ஆகும்.

மின்தடையைப் பயன்படுத்தி ஒரு மின்சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இவ்வாறு மின்தடையை அளிக்கும் பொருள்களுக்கு “மின்தடையங்கள்” என்று பெயர். மின்தடையங்கள் நிலையாகவும் இருக்கலாம் அல்லது மாறும் மதிப்புடையனவாகவும் இருக்கலாம்.

நிலையானமின்தடையங்கள் ஒருகுறிப்பிட்டமாறாமதிப்புடையமின்தடையைக் கொண்டிருக்கும். மாறும் மின்தடையங்களும் மின்தடைமாற்றிகளும் நமக்குத் தேவைப்படும் மதிப்புடையமின்தடைகளைப் பெறும் வண்ணம் மாற்றியமைக்கக் கூடியதாக இருக்கும்

குறிப்பு:

மின்னியக்குவிசை-மின்னழுத்தவேறுபாடு இரண்டிற்குமானவேறுபாடு,இரண்டையுமேஅளவிடவோல்ட் என்றஅலகையேபயன்படுத்துவதால் இவையிரண்டும் ஒன்றுபோலத் தோன்றும். ஆனால் உண்மைஅதுவல்ல. மின்னாற்றல் மூலம் ஒன்றுமின்சுற்றின் வழியேமின்னோட்டத்தைச் செலுத்தாதநிலையில் அதன் முனைகளுக்குக் குறுக்கேகாணப்படும் மின்னழுத்தங்களின் வேறுபாடுமின்னியக்குவிசைஎனப்படும். மாறாக,மின்னாற்றல் மூலமானதுமின்கருவிகளின் வழியாகவோஅல்லதுஒருமின்சுற்றிலோமின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் நிலையில் அதன் முனைகளுக்குக் குறுக்கேகாணப்படும் மின்னழுத்தங்களின் வேறுபாடுமின்னழுத்தவேறுபாடுஎனப்படும்.

மின்சுற்றுப் படம்:



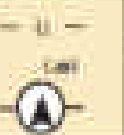


















மின் கம்பியிணைப்பைக் குறிக்கவும் மின்சுற்றுகள் தொடர்பானகணக்குகளைத் தீர்க்கவும்,மின்சுற்றுப் படங்கள் வரையப்படுகின்றன.

ஒருமின்சுற்றுப் படத்தின் நான்குமுக்கியக் கூறுகளாவன:

1. மின்கலம்
2. இணைப்புக் கம்பி
3. சாவி
4. மின்தடைஅல்லதுமின்பளு

இதைத் தவிர,பிறமின் கருவிகளும் ஒருமின் சுற்றில் பயன்படுத்தப்படலாம். அவற்றைக் குறிப்பதற்குசீரானகுறியீட்டுமுறைஉருவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஒருகுறியீட்டுமொழியைக் கற்பதுபோல் இதையும் கற்றால்,மின்சுற்றுப் படங்களைப் புரிந்துகொள்வதுஎளிது. மின்சுற்றுகளில் பொதுவாகபயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகள் சிலகொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மின்சுற்றுக்களில் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவானகுறியீடுகள்

குறியீடு	பெயர்	குறியீடு	பெயர்	குறியீடு	பெயர்
	சாவி		மூலம்/மூலம் மூலம்		கருவி/கருவி
	கலம்		மாற்றும் மூலம்		அம்பியர்
	கலம் அல்லது மூலம்		மின்தடை மூலம்		வோல்ட் மூலம்
	மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்
	மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்
	மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்
	மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்		மாற்றும் மூலம்

பல்வேறுமின்சுற்றுகள்:

இருமின்சுற்றுகளையும் இரு மின் விளக்குகள் தொடரிணைப்பிலும் பக்க இணைப்பிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றைப் பற்றிதனத்தனியாகக் காண்போம்.

தொடர் இணைப்புகள்:

தொடரிணைப்பில் பாயும் மின்னோட்டத்தை இவ்வகை இணைப்பில் ஒவ்வொருகருவியும் (அல்லதுமின்தடையும்) ஒன்றையடுத்துஒன்றாகஒரேதடத்தில் இணைக்கப்படுகின்றன. தொடரிணைப்பில் மின்னூட்டம் பாய்வதற்குஒரேயொருபாதைமட்டுமேஉள்ளது. தொடரிணைப்பில் செல்லும் மின்னோட்டம் (I)மாறாமல் இருக்கும் என்பதை இதிலிருந்துநாம் அறியலாம். அதாவதுதொடரிணைப்பிலுள்ளமின்சுற்றில் அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் ஒரேயளவுமின்னோட்டம் பாய்கிறது.

பக்க இணைப்புச் சுற்றுகள்:

பக்க இணைப்புச் சுற்றுகளில் ஒரே மின்னியக்குவிசை மூலத்துடன் வெவ்வேறு கருவிகள், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தடங்களில் இணைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய சுற்றில் மின்னூட்டம் பாய்வதற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாதைகள் உள்ளன. பக்க இணைப்புகளில் ஒவ்வொரு தனித்தனி மின்னோட்டத்தின் கூட்டுத்தொகையானது இணைப்பை நோக்கி வரும் (அல்ல) இணைப்பை விட்டு வெளியேறும் முதன்மை மின்னோட்டத்திற்குச் சமம். மேலும், பக்க இணைப்புச் சுற்றுகளில், ஒவ்வொரு கிளைகளிலும் காணப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு சமமாகும்.

மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள்:

ஒரு மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயும் போது, பலவித விளைவுகளை அது ஏற்படுத்துகிறது. அவற்றுள் முதன்மையானவை: வெப்ப விளைவு, வேதி விளைவு மற்றும் காந்த விளைவு. மின்னோட்டத்தின் பாய்வு “எதிர்க்கப்படும்போது”, வெப்பம் உருவாகிறது. ஒரு கம்பியிலோ அல்லது மின்தடையத்திலோ எலக்ட்ரான்கள் இயங்கும் போது அவை தடையை எதிர்கொள்கின்றன. இதைக் கடக்க வேலை செய்யப்பட வேண்டும். இதுவே வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. மின்னாற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படும் இந்நிகழ்வு ஜூல் வெப்பமேறல் அல்லது ஜூல் வெப்பவிளைவு எனப்படும். ஏனெனில், இவ்விளைவை ஜூல் என்ற அறிவியலறிஞர் விரிவாக ஆய்வு செய்தார். மின்சலவைப் பெட்டி, நீர் சூடேற்றி, (ரொட்டி) வறுதட்டு உள்ளிட்ட மின்வெப்பசாதனங்களின் அடிப்படையாக இவ்விளைவே விளங்குகிறது. மின் இணைப்புக் கம்பிகளில் கூட சிறிதளவு மின்தடை காணப்படுவதால்தான் எந்தவொரு மின் சாதனமும் இணைப்புக் கம்பியும் பயன்படுத்திய பின் சூடாகக் காணப்படுகின்றன.

கவனம் (எச்சரிக்கை):

வெப்பவிளைவு,வேதிவிளைவுஆய்வுகளை9Vமின்னியக்குவிசைகொண்டமின்கலங்களைக் கொண்டுதான் செய்யவேண்டும். ஏனெனில் 9Vமின்கலம் மின் அதிர்ச்சியைத் தராது.

வீடுகளில் கொடுக்கப்படும் 220 Vமாறுமின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. அவ்வாறுபயன்படுத்தினால்,பெரும் மின் அதிர்ச்சிஏற்பட்டுஉடல் பெருமளவில் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

பாதியளவுதாமிரசல்பேட்டுகரைசலால் நிரப்பப்பட்டகுடுவையைஎடுத்துக் கொள்ளவும். உலர் மின் கலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் கார்பன் தண்டைஎடுக்கவும். அதன் ஒருமுனையில் இணைப்புக் கம்பியைச் சுற்றவும். தடிமனானதாமிரக்கம்பிஒன்றைஎடுத்துசுத்தம் செய்துபின்னர் சுத்தயலால் நன்குஅடித்துஅதைத் தட்டையாக்கவும். தாமிரக்கம்பிமற்றும் கார்பன் தண்டு இரண்டையுமேதாமிரசல்பேட்டுக் கரைசலில் அமிழ்த்தவும். கார்பன் தண்டைமின்கலத்தின் எதிர் மின்வாயுடனும் தாமிரக்கம்பியைநேர் மின்வாயுடனும் இணைக்கவும். கார்பன் தண்டும் தாமிரக்கம்பியும் அருகில் உள்ளவாறும் அதேசமயம் ஒன்றையொன்றுதொடாதவண்ணமும் பார்த்துக்கொள்ளவும். சற்றுபொறுத்திருந்துபார்க்கவும். சிறிதுநேரத்திற்குப் பிறகு கார்பன் தண்டின் மீதுதாமிரப் படிவத்தைக் காணலாம். இதுவேமின்னாற்புச்சு (அல்லதுமின் முலாம் பூசுதல்) எனப்படும். இதுமின்னோட்டத்தின் வேதிவிளைவினால் ஏற்படும் நிகழ்வாகும்.

இதுவரைநாம் பார்த்தநிகழ்வுகளில் மின்னோட்டம் எலக்ட்ரான்களினால் மட்டுமேகடத்தப்படுவதைக் கண்டோம். ஆனால்,தாமிரசல்பேட்டுக் கரைசலில் மின்னோட்டம் பாயும்போதுஎலக்ட்ரான் மற்றும் தாமிரநேர் அயனி இரண்டுமேமின்னோட்டத்தைக் கடத்துகின்றன. கரைசல்களில் மின்னோட்டம் கடத்தப்படும் நிகழ்வு “மின்னாற்பகுப்பு” எனப்படும். மின்னோட்டம் பாயும் கரைசல் “மின்பகுதிர்வம்” எனப்படும். கரைசலில் அமிழ்த்தப்படும் நேர் மின்வாய் “ஆனோடு” எனவும் எதிர் மின்வாய் “கோதோடு” எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இங்குகுறிப்பிடப்பட்டஆய்வில் தாமிரக்கம்பிஆனோடாகவும் கார்பன் தண்டுகேதோடாகவும் செயல்படுகின்றன.

மனித உடலில் மின்னூட்டத் துகள்களின் இயக்கத்தால் மிகவும் வலிமைகுன்றியமின்னோட்டம் உருவாகிறது. இதை நரம்பு இணைப்பை கைஎன்பர். இத்தகையசைகைகள் மின் வேதிச்செயல்களால் உருவாகின்றன. மூளையிலிருந்துபிற உறுப்புகளுக்கு நரம்பியல் மண்டலம் மூலமாக இவை பயணிக்கின்றன.

மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவு:

மின்னோட்டம் தாங்கியகடத்தி, அதற்குக் குத்தானதிசையில் ஒருகாந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. இதையே மின்னோட்டத்தின் காந்தவிளைவு என்பர். அயர்ஸ்டெட் (Oersted) என்ற அறிவியலறிஞரின் கண்டுபிடிப்பும் வலதுகைகட்டைவிரல் விதி ஆகியவை இந்தப் புத்தகத்தில் “காந்தவியல் மற்றும் மின்காந்தவியல்” என்ற அலகில் விரிவாக வழங்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னோட்டத்தின் திசைவலதுகைகட்டைவிரலினால் காண்பிக்கப்படுகிறது. மின்னோட்டத்தின் திசைவலதுகைகட்டைவிரலில் திசையிலும் காந்தப்புலத்தின் திசைவலதுகையின் மற்றவிரல்களின் திசையிலும் இருக்கும்.

மின்னோட்டத்தின் வகைகள்:

நம் அன்றாட வாழ்வில் இரு விதமின்னோட்டங்களை நாம் பயன்படுத்துகிறோம். அவை: நேர்திசைமின்னோட்டம் (dc) மற்றும் மாறுதிசைமின்னோட்டம் (ac)

நேர்திசைமின்னோட்டம்:

மின்சுற்றுக்களில் மின்னோட்டமானது அதிகமின்னழுத்தத்திலிருந்து குறைந்தமின்னழுத்தத்திற்கு, நேர் மின்னூட்டங்கள் இயங்கும் திசையில் இருக்கும் என்பதை நாம் அறிவோம். உண்மையில், எலக்ட்ரான்கள் மின்கலத்தின் எதிர் மின்வாயிலிருந்து நேர் மின்வாய்க்கு நகர்கின்றன. இரு முனைகளுக்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாட்டை நிலைநிறுத்த மின்கல அடுக்கு பயன்படுகிறது. நேர்திசைமின்னோட்டத்தின் மூலங்களில் ஒன்று மின்கல அடுக்கு ஆகும். ஒரே திசையில் மின்னூட்டங்கள் இயங்குவதால் ஏற்படுவதே நேர்திசைமின்னோட்டம் ஆகும். நேர்திசைமின்னோட்டத்தின் பிற மூலங்கள் சூரிய மின்கலங்கள், வெப்பமின்னிரட்டைகள் ஆகியனவாகும். நேர்மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பலமின்னணுச் சுற்றுக்கள் நேர்திசைமின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன. நேர்திசைமின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தி வேலை செய்யும் கருவிகள் சிலகைபேசி, வானொலிப்பெட்டி, மின் விசைப்பலகை, மின்சாரவாகனங்கள் உள்ளிட்டன ஆகும்.

மாறுதிசைமின்னோட்டம்:

மின் தடையத்திலோ அல்லது மின் பொருளிலோ மின்னோட்டத்தின் திசை மாறி மாறி இயங்கினால் அது மாறுதிசைமின்னோட்டம் எனப்படும். காலத்தைப் பொறுத்து அதுசைன் வடிவ முறையில் மாறும் இயல்புடையது. இந்த மாறுபாட்டை அதிர்வெண் என்ற பண்பைக் கொண்டுவிரிக்கலாம். ஒருவினாடியில் மாறுமின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் முழு சுழற்சிகளையே அதிர்வெண் என்பர். மாறுமின்னோட்டத்தில் எலக்ட்ரான்கள் ஒரே திசையில் இயங்குவதில்லை. ஏனெனில், மின் முனைகள் அதிகமற்றும் குறைந்தமின்னழுத்த மதிப்பினை மாறி மாறி அடைகின்றன. எனவே, கம்பியில் மாறுதிசைமின்னோட்டம் பாயும் போது எலக்ட்ரான்கள் முன்னும் பின்னுமாக இயங்குகின்றன. மாறுதிசைமின்னோட்டம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

நம் வீடுகளுக்கு வழங்கப்படும் மின்னோட்டம் மாறுதிசைமின்னோட்டமாகும். நேர்திசைமின்னோட்டத்தில் மட்டுமே இயங்கக்கூடிய சாதனங்களை மாறுதிசைமின்னோட்டத்தில் இயக்கவேண்டுமெனில், முதலில் மாறுதிசைமின்னோட்டத்தை நேர்திசைமின்னோட்டமாக மாற்ற ஒரு கருவி தேவை. அதற்குப் பயன்படும் கருவிக்கு திருத்தி என்று பெயர். வழக்கத்தில் இக்கருவியை மின்கலத்திருத்தி அல்லது இணக்கி (பொருத்தி) என அழைப்பர். மாறாக, நேர்திசைமின்னோட்டத்தை மாறுதிசைமின்னோட்டமாக மாற்றப் பயன்படும் கருவி நேர்மாற்றி (அல்லது புரட்டி) எனப்படும். (நேர்திசை மற்றும் மாறுதிசை சுற்றுக்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

நேர்திசைமின்னோட்டத்திற்குமேற்பட்டமாறுதிசைமின்னோட்டத்தின் நன்மைகள்:

மாறுதிசைமின்னோட்டத்தின் மின்னழுத்தமதிப்பைமின்மாற்றிஎன்றபொறியைக் கொண்டுஎளிதில் மாற்ற இயலும். அதிகதொலைவுகளுக்குமாறுதிசைமின்னோட்டத்தைஅனுப்புகையில் ஏற்றுமின்மாற்றிகளைக் கொண்டுமின்னழுத்தத்தைஉயர்த்திய பின் அனுப்பும்போதுஆற்றல் இழப்புவெகுவாகக் குறைகிறது. நேர்திசைமின்னோட்டத்தைஅவ்வாறுஅனுப்ப இயலாது. மாறுதிசைமின்னோட்டத்தைஎளிதில் நேர்திசைமின்னோட்டமாகமாற்ற இயலும். நேர்திசைமின்னோட்டத்தைஉருவாக்குவதைவிடமாறுதிசைமின்னோட்டத்தைஉருவாக்குதல் எளிது. பலவகைகளில் பயன்படும் மின்காந்தத் தூண்டலைமாறுதிசைமின்னோட்டத்தினால் உருவாக்கமுடியும்.

நேர்திசைமின்னோட்டத்தின் நன்மைகள்:

மின்முலாம் பூசுதல்,மின் தூய்மையாக்குதல்,மின்னச்சுவார்த்தல் ஆகியவற்றைநேர்திசைமின்னோட்டத்தைக் கொண்டுமட்டுமேசெய்ய இயலும். நேர் மின்னூட்டவடிவில் மட்டுமேமின்சாரத்தைசேமிக்க இயலும்.

இந்தியாவில்,வீடுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் மாறுமின்னோட்டத்தின் மின்னழுத்தம் மற்றும் அதிர்வெண் முறையே220 V, 50 Hzஆகும். மாறாக,அமெரிக்கஐக்கியநாடுகளில் அவைமுறையே110Vமற்றும் 60 Hzஆகும்.

மின்சாரத்தினால் விளையும் ஆபத்துகளும் முன்னெச்சரிக்கைநடைமுறைகளும்:

மின்சாரத்தினால் விளையும் சிலஆபத்துகள் பின்வருமாறு:

1. **சேதமடைந்தமின்காப்பு:** வெற்றுக்கம்பியைத் தொடாதீர்கள்,பாதுகாப்புக் கையுறைகளைஅணிந்துகொண்டோமின் காப்புடையமுக்காலியில் நின்றுகொண்டோஅல்லது இரப்பர் காலணிகளைஅணிந்துகொண்டோதான் மின்சாரத்தைக் கையாளவேண்டும்.
2. **மின் பொருத்துவாய்களில் மிகைப்பாரமேற்றல்:**ஒரேமின் பொருத்துவாயில் பலமின் சாதனங்களைப் பொருத்தாதீர்கள்.
3. **பொருத்தமற்றமுறையில் மின் சாதனங்களைப் பயன்படுத்துதல்:** மின் சாதனங்களைஅவற்றின் வரையளவுக்குத் தகுந்தவாறுபயன்படுத்தவேண்டும். உதாரணம்:காற்றுப்பதனிபொருத்தும் புள்ளிதொலைக்காட்சிப் பெட்டிபொருத்தும் புள்ளி(Air conditioner point) தொலைக்காட்சிபெட்டிபொருத்தும் புள்ளி,மைக்ரோஅலைஅடுப்புபொருத்தும் புள்ளிஉள்ளிட்டவை.
4. **ஈரப்பதம் மிக்க சூழல்:**மின்சாரம் உள்ள இடங்களைநீரோஅல்லதுஈரப்பதமோ இல்லாமல் உலர்ந்துள்ளவாறுவைத்துக் கொள்ளவும். ஏனெனில் அது மின்கசிவிற்குவழிவகுக்கும்.
5. **குழந்தைகளுக்குளட்டும் வகையில் வைத்தல்:**மின்சாரத்தினால் குழந்தைகளுக்குஆபத்துஏற்படாவண்ணம் மின் பொருத்துவாய்களைவைக்கவேண்டும்.

உலர்ந்த நிலையில் மனிதஉடலின் மின்தடைஏறக்குறைய 1,00,000 ஓம். நம் உடலில் தண்ணீர் இருப்பதால்,மின் தடையின் மதிப்பசில நூறு ஓம் ஆகக் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே,ஒருமனிதஉடல் இயல்பிலேயேமின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் நற்கடத்தியாகஉள்ளது. ஆகவே,மின்சாரத்தைக் கையாளும் போதுநாம்சிலமுன்னெச்சரிக்கைநடவடிக்கைகளைக் கடைபிடிக்கவேண்டும்.

10th அறிவியல்

அலகு- 4 மின்னோட்டவியல்

மின்கூறு	மின்கூறின் பயன்பாடு	குறியீடு
மின்தடையாக்கி	மின் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவைநிர்ணயம் செய்யப்பயன்படுகிறது.	
மின்தடைமாற்றி	மின்னோட்டத்தின் அளவைதேர்ந்தெடுக்கப்பயன்படுகிறது.	
அம்மீட்டர்	மின்னோட்டத்தை அளவிட	
வோல்ட் மீட்டர்	மின்னழுத்தவேறுபாட்டை அளவிட	
கால்வனோமீட்டர்	மின்னோட்டத்தின் திசையை கண்டறிய	
டையோடு	டையோடின் பல்வேறுபயன்பாடுகளை உயர் வகுப்புகளில் படிக்கலாம்	
ஒளிமின் டையோடு (LED)	LED யின் பல்வேறுபயன்பாடுகளை உயர் வகுப்புகளில் படிக்கலாம்.	
தரை இணைப்பு	மின் சாதனங்களை பாதுகாக்க பயன்படுகிறது. மின்னழுத்தத்தை அளவிட குறிப்புள்ளியாக செயல்படுகிறது.	

மின்கோட்டத்தின் திசையானது நேர்மின் மின்னூட்டத்தின் திசையின் இருக்கும். அல்லது எதிர் மின்னோட்டம் செல்லும் திசைக்கு எதிர் திசையில் அமைந்திருக்கும் எனவும் கூறலாம். எனவே, மின்னோட்டத்தின் திசையானது ஒரு மின்சுற்றில் நேர்மின் முனையிலிருந்து எதிர்மின் முனையையே நோக்கி இருக்கும்.

மின் கூறுகள்

மின்சுற்றில் மின்கலன், மின்விளக்கு மற்றும் சாவி போன்ற பல மின்கூறுகள் உள்ளன. இந்த மின்கூறுகள் அனைத்தும் குறிப்பிட்ட குறியீடுகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. இந்த குறியீடுகளை பயன்படுத்தி ஒரு மின்சுற்றினை அமைப்பது எளிது. பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் சில மின்கூறுகளும் அவற்றின் குறியீடுகளும் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு

நீரோட்டம் மற்றும் காற்றோட்டம் பற்றி ஏற்கனவே கீழ் வகுப்புகளில் படித்திருப்பீர்கள். ஒரு திண்ம பொருளில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே வெப்பநிலை வேறுபாடு இருந்தால் மட்டுமே அதன் வழியாக வெப்பம் பாயும் என்பது உங்களுக்கு தெரியும். இதே போன்று ஒரு கடத்தியில் இரு புள்ளிகளுக்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு இருந்தால் மட்டுமே அந்த கடத்தியில் மின்னூட்டம் பாயும். ஒரு கடத்தியில் மின்னூட்டமானது உயர் மின்னழுத்த புள்ளியிலிருந்து குறைந்த மின்னழுத்த புள்ளிக்கு பாயும்.

மின்னழுத்தம்

ஒரு புள்ளியில் மின்னழுத்தம் என்பது ஒரு லகு நேர் மின்னூட்டத்தை முடிவில்லாத தொலைவில் இருந்து மின்விசைக்கு எதிராக அப்புள்ளிக்கு கொண்டுவர செய்யப்படும் வேலை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்னழுத்த வேறுபாடு

இருபுள்ளிகளுக்கு
இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு ஓரலகு நேர் மின்னூட்டத்தை மின் விலக்கு விசைக்கு எதிராக நகர்த்த செய்வதும் வேலை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

Q என்ற மின்னூட்டத்தை A என்ற புள்ளியிலிருந்து B என்ற புள்ளிக்கு நகர்த்தி உள்ளதாக கருதுவோம். இந்த மின்னூட்டத்தை A யிலிருந்து B க்கு நகர்த்துவதற்கு செய்யப்பட்ட வேலை W எனக் கொள்வோம். A மற்றும் B க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

$$\text{மின்னழுத்த வேறுபாடு (V)} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை (W)}}{\text{மின்னூட்டம் (Q)}}$$

இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தங்களின் வேறுபாட்டையும் மின்னழுத்த வேறுபாடு எனக் கூறலாம். V_A மற்றும் V_B என்பது புள்ளி A மற்றும் B இல் உள்ள மின்னழுத்தங்கள் எனக் கொண்டால் இவ்விரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$V = V_A - V_B \quad (V_A > V_B \text{ எனில்})$$

$$V = V_B - V_A \quad (V_B > V_A \text{ எனில்})$$

வோல்ட்

மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அலகு வோல்ட் (V)

ஒரு நேர் மின்னூட்டத்தை ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு மின்விசைக்கு எதிராக எடுத்துச் செல்ல செய்வதும் வேலையின் அளவு ஒரு ஜூல் எனில் அப்புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒரு வோல்ட் ஆகும்.

$$1 \text{ வோல்ட்} = \frac{1 \text{ ஜூல்}}{1 \text{ கூலும்}}$$

தீர்க்கப்பட்ட கணக்கு 2

10 கூலும் மின்னூட்டத்தை ஒரு மின்சுற்றிலுள்ள இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே நகர்த்த செய்வதும் வேலை 100J எனில் அப்புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு என்ன?

தீர்வு:

மின்னூட்டம், $Q = 10$ கூலும்

செய்யப்பட்ட வேலை $W = 100 \text{ J}$

$$\text{மின்னழுத்த வேறுபாடு } V = \frac{W}{Q} = \frac{100}{10}$$

எனவே, $V = 10$ வோல்ட்

ஓம் விதி

ஜார்ஜ் சைமன் ஓம் என்ற ஜெர்மன் இயற்பியலாளர் மின்னூட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பினை நிறுவினார். இதுவே ஓம் விதி எனப்படும்.

இவ்விதியின்படி மாறா வெப்பநிலையில், கடத்தி ஒன்றின் வழியே பாயும் சீரான மின்னூட்டம் கடத்தியாரின் முனைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு நேர்தகவில் அமையும்.

$$I \propto V. \text{ எனவே, } \left(\frac{1}{R}\right)V \text{ மாறிலி.}$$

இந்தமாறிலிமதிப்பு $\frac{1}{R}$ ஆகும்.

$$\text{எனவே, } I = \left(\frac{1}{R}\right) V$$

$$V = IR$$

இங்கு R என்பது மின்தடையாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளுக்கு (எ.கா நிக்ரோம்) குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் மின்தடை ஒரு மாறிலி ஆகும். மின்னழுத்த வேறுபாடு V யும் மின்னோட்டம் I யும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்தகவில் அமைவதால் V மற்றும் I இடையேயான வரைபடம் ஒரு நேர்கோடு ஆகும்.

ஒரு பொருளின் மின்தடை:

நிக்ரோம் கம்பி ஒன்றினை எடுத்து அதனை ஒரு மின்கலம், சாவி மற்றும் மின் தடை மாற்றி ஆகியவற்றுடன் தொடராக இணைக்கவும். சாவி மூடிய நிலையில் மின் தடை மாற்றியில் மாற்றம்

செய்து பல்வேறு மின்னழுத்தங்களுக்கான மின்னோட்டத்தை கணக்கிடுங்கள். உங்களுக்கு கிடைத்த $\frac{V}{I}$ ன்

மதிப்பு மாறிலியாக இருப்பதை கவனியுங்கள்.

இதே சோதனையை நிக்ரோ முக்குபதிலாக தாமிரகம்பியினை பயன்படுத்தி செய்து பாருங்கள். இங்கும் $\frac{V}{I}$ ன்

மதிப்பு மாறிலியாக இருந்தாலும், ஒரே மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்கு மின்னோட்டத்தின்

மதிப்பு மாறுபடுவதை கவனியுங்கள். இது போல தாமிரகம்பிக்கு பதிலாக அலுமினிய கம்பியை பயன்படுத்தும் போதும் ஒரே மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்கு மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு மாறுபடுவதை கவனியுங்கள்

ஒரே மின்னழுத்தத்திற்கு வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு மின்னோட்ட மதிப்புகிடைத்திருப்பது, வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு மின்தடை மதிப்புவேறாக இருக்கும் என்பதை காட்டுகிறது.

ஒரு பொருளின் வழியாக மின்னூட்டங்கள் பாய்ந்து செல்வதை அல்லது மின்னோட்டம் பாய்வதை எதிர்க்கும் பண்பு அந்த பொருளின் மின்தடை ஆகும்.

ஒரு பொருளின் மின்தடை என்பது ஒரு பொருளின் வழியே மின்னூட்டம் பாய்வதை (அதாவது மின்னோட்டம் செல்வதை) எதிர்க்கும் பண்பாகும். இது வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறாக இருக்கும்

$$\text{ஓம் விதியிலிருந்து } \frac{V}{I} = R \text{ என எழுதலாம்.}$$

கடத்தி ஒன்றின் முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் அதன் வழியே செல்லும் மின்னூட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள தகவு கடத்தியின் மின்தடை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்தடையின் அலகு

மின்தடையின் SI அலகு ஓம் ஆகும். இது Ω என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

ஒரு கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒரு வோல்ட்டாக இருக்கும் போது கடத்தியில் செல்லும் மின்னோட்டம் ஒரு ஆம்பியர் எனில் அதன் மின்தடை ஒரு ஓம் ஆகும்.

$$1 \text{ ஓம்} = \frac{1 \text{ வோல்ட்}}{1 \text{ ஆம்பியர்}}$$

தீர்க்கப்பட்ட கணக்கு 3

30 வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட ஒரு கடத்தியின் முனைகளுக்கு இடையே 2 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் செல்கிறது எனில் அதன் மின்தடையை காண்க.

தீர்வு:

$$\begin{aligned} \text{கடத்தியில் செல்லும் மின்னோட்டம் } I &= 2 \text{ A,} \\ \text{மின்னழுத்த வேறுபாடு } V &= 30 \text{ V} \end{aligned}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{30}{2} = 15 \Omega$$

மின்தடைஎண் மற்றும் மின்கடத்துஎண் மின்தடைஎண்

ஒருகடத்தியின் மின்தடையானது (R) அதன் நீளத்திற்கு (L) நேர்தகவிலும், குறுக்குவெட்டுப் பரப்பிற்கு (A) எதிர்த்தகவிலும் அமையும்.

$$R \propto L, R \propto \frac{1}{A}$$

$$R \propto \frac{L}{A}$$

$$\text{எனவே, } R = \rho \frac{L}{A}$$

ρ என்பது ஒரு மாறிலி, இது கடத்துபொருளின் தன் மின்தடைஎண் எனப்படும்.

$$\text{சமன்பாடு 4.4 லிருந்து } \rho = \frac{RA}{L}$$

$$L = 1\text{m}, A = 1\text{m}^2 \text{எனில் } \rho = R$$

எனவே ஒரு ஓரலகு நீளமும் ஒரு ஓரலகு குறுக்குவெட்டுப் பரப்பும் கொண்ட கடத்தி ஒன்று மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்படுத்தும் மின்தடை அக்கடத்தி பொருளின் தன் மின்தடைஎண் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

இதன் அலகு ஓம் மீட்டர் (Ω)

ஒருகடத்தியின் மின்தடைஎண் என்பது அதன் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தினை எதிர்க்கும் திறனை குறிக்கும் அளவு ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட உலோக பொருளுக்கு மின்தடைஎண் மாறிலி ஆகும்.

மின் கடத்துதிறன் மற்றும் மின் கடத்துஎண்:

ஒரு பொருளின் வழியாக மின்னோட்டங்கள் பாய்ந்து செல்வதை அல்லது மின்னோட்டம் பாய்வதை அனுமதிக்கும் பண்பு அந்த பொருளின் மின்கடத்துதிறன் ஆகும்.

மின் தடையின் தலைகீழி மின்கடத்துதிறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது. எனவே, ஒருகடத்தியின் மின் கடத்துதிறன் G என்பது

$$G = \frac{1}{R}$$

இதன் அலகு ohm^{-1} இது mho எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

மின்தடைஎண்ணின் தலைகீழி மின்கடத்துஎண் எனப்படும்.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

இதன் அலகு $\text{ohm}^{-1} \text{m}^{-1}$ இது மோ மீ⁻¹ எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட கடத்தி பொருளுக்கு இது ஒரு மாறிலி ஆகும். மின் கடத்திஎண் என்பது ஒருகடத்தியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தினை அனுமதிக்கும் திறனை குறிக்கும் அளவு ஆகும். சில பொருள்கள் மின்னோட்டத்தை நன்கு கடத்தும். எ.கா. தாமிரம், அலுமினியம் முதலியன. சில பொருள்கள் மின்சாரத்தை கடத்தாது (காப்பான்கள்) எ.கா. கண்ணாடி, மரக்கட்டை, இரப்பர் முதலியன. காப்பான்களை விட கடத்திகளுக்கு மின் கடத்திஎண் அதிகம். ஆனால் மின் தடைஎண்ணானது காப்பான்களை விட கடத்திகளுக்கு குறைவு. பொதுவாக பயன்படும் சில பொருள்களின் மின்தடைஎண் மதிப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

சில பொருள்களின் மின்தடைஎண்:

பொருளின் தன்மை	பொருள்	மின்தடைஎண் (Ωm)
கடத்தி	தாமிரம்	1.62×10^{-8}
	நிக்கல்	6.84×10^{-8}
	குரோமியம்	12.9×10^{-8}
காப்பான்கள்	கண்ணாடி	10^{10} முதல் 10^{14}
	இரப்பர்	10^{13} முதல் 10^{16}

தீர்க்கப்பட்டகணக்கு 4

10 மீட்டர் நீளமும், குறுக்குவெட்டுபரப்பும் கொண்டகம்பியின் மின்தடை 2 ஓம் எனில் அதன் 1. மின்தடைஎண், 2. மின்கடத்துதிறன் மற்றும் 3. மின் கடத்திஎண் ஆகியவற்றைகாண்க.

தீர்வு:

நீளம், $L = 10$ மீ, மின்தடை, $R = 2$ ஓம்
குறுக்குவெட்டுபரப்பு, $A = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

$$\text{மின்தடைஎண், } \rho = \frac{RA}{L} = \frac{2 \times 2 \times 10^{-7}}{10}$$

$$\text{மின்கடத்துதிறன் } G = \frac{1}{R} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mho}$$

$$\begin{aligned} \text{மின் கடத்துஎண் } \sigma &= \frac{1}{\rho} = \frac{1}{4 \times 10^{-8}} \\ &= 0.25 \times 10^8 \text{ மோ மீ}^{-1} \end{aligned}$$

நிக்ரோம் என்பதுமிகஉயர்ந்தமின்தடைஎண் கொண்டஒருகடத்தியாகும். இதன் மதிப்பு $1.5 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$. எனவே இது மின் சலவைப் பெட்டி, மின் சூடேற்றி போன்றவெப்பமேற்றும் சாதனங்களில் பயன்படுகிறது.

மின்தடைகளின் தொகுப்பு:

ஒரு மின்சுற்றில் கடத்தியின் மின் தடை, பாயும் மின்னோட்டத்தை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதனை நீங்கள் இதுவரையில் கற்றுக்கொண்டீர்கள். ஒரு மின்தடையை உடைய எளிய மின்சுற்று பற்றியும் அறிந்து கொண்டீர்கள். நடைமுறையில் சில சிக்கலான மின்சுற்றுக்களை நீங்கள் எதிர்கொள்ள நேரிடும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின் தடைகளின் தொகுப்புக்கள் மின்சுற்றுக்களோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கலாம். இதனை மின் தடைகளின் அமைப்பு அல்லது மின் தடையின் குழுமம் என அழைக்கலாம். மின் தடைகளை இரண்டு அடிப்படையான முறைகளில் இணைக்கலாம்.

1. தொடரிணைப்பில் மின் தடையாக்கிகள்
2. பக்க இணைப்பில் மின் தடையாக்கிகள்

பல மின்தடையாக்கிகள் தொடர் மற்றும் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது அவற்றின் தொகுப்பின் மின்தொடையை கணக்கிடும் முறையே பின்வரும் பிரிவுகளின் நீங்கள் காணலாம்.

மின்தடையாக்கிகள் தொடர் இணைப்பு:

ஒருமின்சுற்றில் தொடர் இணைப்புஎன்பதுமின்சுறுகளைஒன்றன் பின் ஒன்றாக இணைத்துஒரு முடியசுற்றைஉருவாக்குவதுஆகும். தொடர் சுற்றில் மின்னோட்டமானதுஒரேஒரு முடியசுற்றின் வழியாகபாயும். இந்த முடிய சுற்றில் உள்ளஏதேனும் ஒருபுள்ளியில் இணைப்புதடைப்பட்டால் மின்சுற்றின் வழியாகமின்னோட்டம் பாயாது. எனவேசுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ளமின் சாதனங்கள் வேலைசெய்யாது. விழாக்களில் பயன்படுத்தப்படும் ஒளிரும் தொடர் விளக்குகள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, மின் தடையாக்கிகள் தொடராகஉள்ளபோதுஒவ்வொருமின் தடையாக்கியின் வழியாகவும் ஒரேஅளவுமின்னோட்டம் பாயும்.

இங்கு மூன்றுமின்தடையாக்கிகள் R_1 , R_2 மற்றும் R_3 தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. I என்றமின்னோட்டம் இந்தமின்தடையாக்கிகள் வழியேசெல்கிறது. மின்தடையாக்கிகள், R_1 , R_2 மற்றும் R_3 யின் குறுக்கே உள்ளமின்னழுத்தங்கள் முறையே V_1 , V_2 மற்றும் V_3 ஆகும்.

ஒவ்வொருமின்தடைக்கும் எதிராக உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாட்டின் கூடுதலை V எனலாம்.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

மின்னழுத்தவேறுபாட்டின் கூடுதலை V எனலாம்
சமன்பாடுகள் (4.7) (4.8) மற்றும் (4.9) யிலிருந்து

$$V = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

தொகுபயன் மின்தடைஎன்பது அனைத்துமின்தடையாக்கிகளுக்குபதிலாக அதே அளவுமின்னோட்டம் சுற்றின் வழியேசெல்ல அனுமதிக்கும் ஒருமின் தடையாக்கியின் மின்தடை ஆகும். இந்ததொகுபயன் மின்தடை R_S எனப்படும். எனவே

$$V = I R_S$$

சமன்பாடுகள் (4.10) மற்றும் (4.11) லிருந்து

$$I R_S = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$\text{எனவே } R_S = R_1 + R_2 + R_3$$

எனவே பலமின்தடையாக்கிகள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தொகுபயன் மின்தடை தனித்தனிமின் தடையாக்கிகளின் மின் தடைகளின் கூடுதலுக்கு சமம் எனபுரிந்துக் கொள்ளலாம். சமமதிப்பு உடைய "n" மின்தடைகள் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தொகுபயன் மின்தடை "nR" ஆகும்.

$$\text{அதாவது, } R_S = nR$$

மின்தடைகள் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தொகுபயன் மின்தடையானது தனித்தனியாக உள்ளமின்தடைகளின் உயர் மதிப்பை விட அதிகமாக இருக்கும்.

தீர்க்கப்பட்டகணக்கு- 5

5Ω , 3Ω மற்றும் 2Ω மின்தடைமதிப்புகள் கொண்ட மூன்றுமின்தடையாக்கிகள் $10V$ மின்கலத்துடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தொகுபயன் மின்தடை மற்றும் மின்குற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தையும் காண்க.

தீர்வு:

$$R_1 = 5 \Omega, R_2 = 3 \Omega, R_3 = 2 \Omega, V = 10V$$

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_S = 5 + 3 + 2 = 10, \text{எனவே}$$

$$R_S = 10 \Omega$$

$$\text{மின்னோட்டம் } I = \frac{V}{R_S} = \frac{10}{10} = 1A$$

மின்தடையாக்கிகள் பக்க இணைப்பு:

பக்க இணைப்புமின்குற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மூடியசுற்று இருக்கும். ஒரு மூடியசுற்று திறந்திருந்தாலும் மற்ற மூடியசுற்றுக்களின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும். நமதுவீடுகளில் உள்ளமின்கம்பியிடல் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மூன்றுமின்தடையாக்கிகள் R_1 , R_2 மற்றும் R_3 யானது A மற்றும் B புள்ளிகளுக்கிடையே பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொருமின்தடையாக்கிக்கும் குறுக்கே உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாடானது சமமாக இருக்கும். இது A மற்றும் B புள்ளிகளுக்கு குறுக்கே உள்ளமின்னழுத்தவேறுபாட்டிற்கு சமமாக இருக்கும். வோல்ட் மீட்டர் மூலமாக இந்தமின்னழுத்தவேறுபாடு அளவிடப்படுகிறது. புள்ளி A யை அடையும் மின்னோட்டம் I ஆனது I_1 , I_2 மற்றும் I_3 எனபுரிந்து முறையே R_1 , R_2 மற்றும் R_3 வழியே செல்கிறது.

ஓம் விதியின் படி

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3}$$

மின் சுற்றிலுள்ள மொத்தமின்னோட்டம்

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

சமன்பாடுகள் (4.13), 4.14) மற்றும் (4.15). லிருந்து

$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

மின்தடையாக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தொகுபயன் எனவே,

மின்தடை R_p என்க.

$$I = \frac{V}{R_p}$$

சமன்பாடுகள் (4.16) மற்றும் (4.17) லிருந்து

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

எனவே பலமின்தடையாக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தனித்தனிமின்தடையாக்கிகளின் மின் தடையின் தலைகீழிகளின் கூடுதல் தொகுபயன் மின்தடையின் தலைகீழிகளுக்கு சமம். சமமதிப்புடைய 'n' மின்தடையாக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது அதன் தொகுபயன்

மின்தடை $\frac{R}{n}$ ஆகும்.

$$\text{i.e., } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \dots + \frac{1}{R} = \frac{n}{R}$$

$$\text{எனவே, } \frac{1}{R_p} = \frac{R}{n}$$

மின்தடையாக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது தொகுபயன் மின்தடையானது தனித்தனியான மின்தடைகளின் குறைந்தமதிப்பை விட குறைவாக இருக்கும்.

தொடரிணைப்பில் பக்கமின்தடையாக்கிகள்:

பக்க இணைப்பில் உள்ள மின்தடையாக்கி சுற்றுக்கள் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது நமக்கு தொடர் - பக்க இணைப்புச் சுற்றுகள் கிடைக்கும். மின்தடையாக்கிகள் R_1 மற்றும் R_2 பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு தொகுபயன் மின்தடை R_{p1} கிடைக்கிறது. இதே போன்று R_3 மற்றும் R_4 பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு அதன் தொகுபயன் மின்தடை R_{p2} கிடைக்கிறது. இந்த இரண்டு பக்க இணைப்பு சுற்றுக்களும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

சமன்பாடு (4.18) லிருந்து

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{p2}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

இறுதியாக சமன்பாடு 4.12 யிலிருந்து மொத்த தொகுபயன் மின்தடை

பக்க இணைப்பில் தொடர் மின்தடையாக்கிகள்:

தொடரிணைப்பில் உள்ள மின்தடையாக்கி சுற்றுகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் போது நமக்கு பக்க-தொடர் இணைப்புச் சுற்றுகள் கிடைக்கும். மின்தடையாக்கிகள் R_1 மற்றும் R_2 தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு தொகுபயன் மின்தடை R_{S1} பெறப்படுகிறது. இதேபோன்று R_3 மற்றும் R_4 தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு தொகுபயன் மின்தடை R_{S2} பெறப்படுகிறது. இந்த இரண்டு தொடர் சுற்றுக்களும் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

சமன்பாடு 4.12 லிருந்து

$$R_{S2} = R_1 + R_2 \quad R_{S2} = R_3 + R_4$$

இறுதியாக சமன்பாடு 4.18 யிலிருந்து தொகுபயன் மின்தடை

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_{S2}}$$

தொடர் மற்றும் பக்க இணைப்பு சுற்று ஒப்பிடல்:

தொடர் மற்றும் பக்க இணைப்பு சுற்றுகளின் வேறுபாடு கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தொடர் மற்றும் பக்க இணைப்புச் சுற்றுகளுக்கு இடையேயுள்ள வேறுபாடு:

அடிப்படை	தொடர் இணைப்பு	பக்க இணைப்பு
தொகுபயன் மின்தடை	மிக உயர் மின்தடையை விட அதிகமாக இருக்கும்	மிக குறைந்த மின்தடையை விட குறைவாக இருக்கும்
மின்னோட்டம்	தொகுபயன் மின்தடை அதிகமாதலால் மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் குறைவாக இருக்கும்.	தொகுபயன் மின்தடை குறைவதால் மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் அதிகமாகும்.
இணைப்பு தடைப்பட்டால்	மூடிய சுற்றில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் இணைப்பு தடைப்பட்டால் மின்சுற்றின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயாது.	ஒரு மூடிய சுற்று திறந்திருந்தாலும் மற்ற மூடிய சுற்றுக்களின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்

Electronics

12th Std (அலகு 10) தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள் (Communication Systems)

பண்பேற்றம் (Modulation)

குறுகியதொலைவுகளுக்கு தகவலைப் பரப்புவதற்கு சிக்கலான நுட்பங்கள் தேவையில்லை. தகவல் சைகையின் ஆற்றலே நேரடியாக அனுப்புவதற்குப் போதுமானது. எனினும் ஒரு தகவல், எடுத்துக்காட்டாக செவியுணர் அதிர்வெண் (20 முதல் 20,000 Hz), உலகம் முழுவதும் நீண்டதொலைவுகளுக்குப் பரப்பப்பட வேண்டுமாயின், தகவலை எந்த இழப்புமின்றி பரப்புவதற்கு சில நுட்பங்கள் தேவைப்படுகிறது.

நெடுந்தொலைவு பரப்புகைக்கு குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட அடிக்கற்றை சைகையானது (உள்ளீடு சைகை - baseband signal), பண்பேற்றம் (modulation) எனப்படும் செயல்முறைப்படி அதிக அதிர்வெண் கொண்ட ரேடியோ சைகையின் மீது மேற்பொருத்தப்படுகின்றது. எனவே பண்பேற்றச் செயல்முறையில், அடிக்கற்றை சைகையை சுமந்து செல்ல அதிக அதிர்வெண் சைகை கொண்ட ஊர்தி சைகை (ரேடியோ சைகை - carrier signal) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மிகவும் அதிகமாகாலால், அதனை குறைவான வலுவியுடைய நெடுந்தொலைவுக்குப் பரப்பலாம். வழக்கமாக ஊர்தி சைகையானது ஒரு சைன் அலை சைகையாகும். மேலும் ஊர்தி சைகையானது, வெளியைப் போன்ற தகவல் தொடர்பு ஊடகத்துடன் பொருந்தி அமைவதால், அதிக செயல்திறனுடன் பரப்ப இயலும்.

குறிப்பு: ஊர்தி சைகை தகவல் ஏதும் கொண்டிருக்காது.

ஒரு சைன் வடிவ ஊர்தி அலையை $e_c = E_c \sin(2\pi v_c t + \Phi)$ என குறிப்பிடலாம். இங்கு E_c என்பது வீச்சு, v_c என்பது அதிர்வெண் மற்றும் Φ ஆனது t என்ற கணநேரத்தில் ஊர்தி அலையின் தொடக்கக் கட்டம் ஆகும்.

ஊர்தி சைகையின் மூன்று பண்புகள் பண்பேற்றச் செயல்முறையின் போது அடிக்கற்றை சைகையால் மாற்றப்படலாம். அவை ஊர்தி சைகையின் வீச்சு, அதிர்வெண் மற்றும் கட்டம் ஆகும்.

இந்த பண்பளவுகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் நிகழும் மாற்றத்தின் அடிப்படையில் பண்பேற்றம் 3 வகைப்படும். அவை (i) வீச்சுப் பண்பேற்றம் (ii) அதிர்வெண் பண்பேற்றம் மற்றும் (iii) கட்டப் பண்பேற்றம்.

வீச்சுப் பண்பேற்றம் (Amplitude Modulation - AM)

அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்ப ஊர்தி சைகையின் வீச்சு மாற்றப்பட்டால் அது வீச்சுப் பண்பேற்றம் எனப்படும். இங்கு ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மற்றும் கட்டம் மாறாமல் உள்ளது. வீச்சுப் பண்பேற்றமானது வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பில் பயன்படுகிறது.

படம் 10.1 (அ) இல் தகவல்களைச் சுமந்து செல்லும் அடிக்கற்றை சைகை காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 10.1 (ஆ) இல் உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி சைகை மற்றும் படம் 10.1 (இ) இல் வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட சைகை ஆகியவை தரப்பட்டுள்ளன. அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்ப, ஊர்தி அலையின் வீச்சு மாற்றப்படுவதைக் காணலாம்.





வீச்சுப் பண்பேற்றத்தின் நன்மைகள்

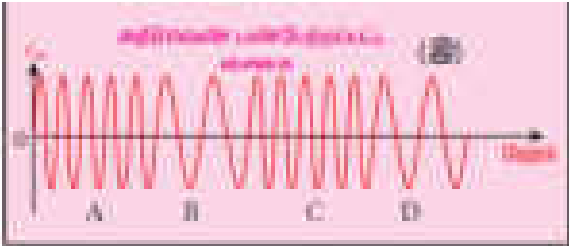
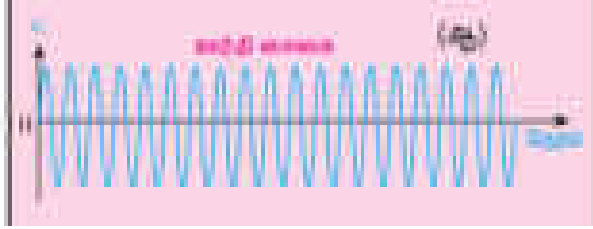
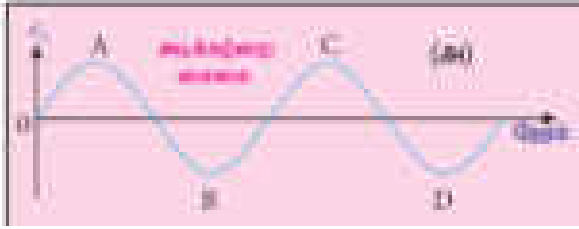
1. எளிதானபரப்புக்கைமற்றும் ஏற்பு
2. குறைவானபட்டைஅகலத் தேவைகள்
3. குறைந்தவிலை

வீச்சுப் பண்பேற்றத்தின் வரம்புகள்

1. இரைச்சல் அளவுஅதிகம்
2. குறைந்தசெயல்திறன்
3. குறைவானசெயல் நெடுக்கம்

அதிர்வெண் பண்பேற்றம் (Frequency Modulation - FM)

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தில், அடிக்கற்றைசைகையின் கணநேரவீச்சிற்கு ஏற்றாற்போல் ஊர்திசைகையின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது. இங்கு ஊர்திசைகையின் வீச்சுமற்றும் கட்டம் மாறாமல் உள்ளன. அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் உயர்வு, ஊர்திசைகையின் அதிர்வெண்ணை அதிகரிக்கிறதுமற்றும் அதன் மறுதலையாகும். படம் 10.2 இல் காட்டியுள்ளவாறு, இது பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் நிறமாலையில் அழுக்கங்களையும் தளர்வுகளையும் ஏற்படுத்துகிறது. உரத்தசைகைகள் தளர்வுகளையும் உருவாக்குகின்றன.



அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தம் சுழியாக உள்ளபோது, பண்பேற்றப்பட்ட சைகையின் அதிர்வெண் ஊர்திசைகையின் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாகும். அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தம் நேர்க்குறிதிசையில் (A, C) அதிகரிக்கும் போது பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் அதிகரிக்கிறது. எதிர் அரைச்சுற்றில் (B, D) மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது, பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் குறைகிறது (படம் 10.2(இ)).

அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தம் சுழியாக உள்ளபோது (உள்ளீடுசைகை இல்லாதபோது), ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணில் மாற்றமில்லை. அதன் இயல்பான அதிர்வெண்ணில் உள்ளது. அதனை மைய அதிர்வெண் அல்லது ஓய்வுநிலை அதிர்வெண் (centre or resting frequency) என அழைக்கலாம். நடைமுறையில் இதுவே FM பரப்பிக்கு ஒதுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் ஆகும். FM ஒலிபரப்புகளில் சர்வதேச அளவில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அதிர்வெண் விலகல் 75 kHz ஆகும்.

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் நன்மைகள்

1. இரைச்சல் மிகவும் குறைவு. இதனால் சைகை-இரைச்சல் விகிதம் அதிகரிக்கிறது.

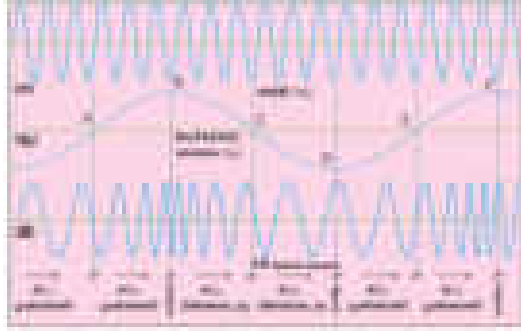
2. செயலபடும் நெடுக்கம் மிகஅதிகம்.
3. பரப்பப்பட்டதிறன் முழுதும் பயன்படுவதால்,பரப்புகையனுறுதிறன் மிகவும் அதிகம்.
4. FMபட்டைஅகலமானதுமனிதனால் கேட்கக்கூடியஅதிர்வெண் நெடுக்கம் முழுவதையும் உள்ளடக்குகிறது. இதனால் AMவானொலியுடன் ஒப்பிடும் போது,FMவானொலிசிறந்ததரத்தைக் கொண்டுள்ளது.

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் வரம்புகள்

1. அதிர்வெண் பண்பேற்றத்திற்குமிகவும் அகலமானஅலைவரிசைதேவை.
2. FMபரப்பிகள் மற்றும் ஏற்பிகள் மிகவும் சிக்கலானவைமற்றும் விலைஅதிகமானவை.
3. AMஉடன் ஒப்பிடும்போது,ஏற்கும் பரப்புFMஏற்பில் குறைவாகும்.

கட்டப் பண்பேற்றம் (Phase Modulation - PM)

கட்டப் பண்பேற்றத்தில்,அடிக்கற்றைசைகையின் கணநேரவீச்சானதுஊர்திசைகையின் கட்டத்தைமாற்றுகிறதுமற்றும் ஊர்திஅலையின் வீச்சுமற்றும் அதிர்வெண் மாறுவதில்லை (படம் 10.3). இந்தப் பண்பேற்றம் அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்டசைகைகளைஉருவாக்கப் பயன்படுகிறது. இதுஅதிர்வெண் பண்பேற்றத்தைப் போன்றதேஆகும். ஆனால் ஊர்திஅலையின் அதிர்வெண்மைமாற்றுவதற்குப் பதிலாக இங்குஊர்திஅலையின் கட்டம் மாற்றப்படுகிறது.



அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்புஅல்லதுகுறைவுக்குஏற்றவாறுஊர்தியின் கட்டம் மாறுகிறது. அடிக்கற்றைசைகையின் மின்னழுத்தம் நேர்க்குறிதிசையில் அதிகரிக்கும் போதுபண்பேற்றப்பட்டஅலையின் கட்டமுன்னணியின் மதிப்புஅதிகரிக்கிறது. இதனால் ஊர்திசைகைஅமுக்கப்படுகிறதுஅல்லதுஅதன் அதிர்வெண் அதிகரிக்கிறது.

மாறாக,அடிக்கற்றைசைகையின் எதிர் அரைசுற்றில் ஊர்திசைகையின் கட்டம் பின்தங்குகிறது. இதனால் ஊர்திஅலையானதுநீட்டப்பட்டதைப் போலதோன்றுகிறது. எனவே,அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்டஅலையைப் போன்றேகட்டப் பண்பேற்றப்பட்டஅலையும் அமுக்கங்கள் மற்றும் தளர்வுகளைக் கொண்டுள்ளது. சைகைமின்னழுத்தம் சுழியாகஉள்ளபோது (A,Cமற்றும் E) ஊர்திஅதிர்வெண் மாறாமல் உள்ளது.

கட்டப் பண்பேற்றத்திலும் ஊர்திஅலையின் அதிர்வெண்ணில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. அதிர்வெண் மாற்றமானது (i) பண்பேற்றம் சைகையின் மின்னழுத்தம் மற்றும் (ii) சைகையின் அதிர்வெண் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.

குறிப்பு:

- சதுர வடிவ அலையானதுஅடிக்கற்றைசைகையாகபயன்படுத்தப்பட்டால்,பண்பேற்றப்பட்டசைகையில் கட்டதலைகீழ்மாற்றம் ஏற்படுகிறது.
- சதுர வடிவ பண்பேற்றம் சைகைக்கு,FMமற்றும் PMஅலைகள் முழுவதும் மாறுபட்டதாகஉள்ளன.

கட்டப் பண்பேற்றத்தின் நன்மைகள்

1. கட்டப் பண்பேற்றச் சைகையில் இருந்துஉருவாக்கப்பட்ட குஆ சைகையானதுமிகவும் நிலையானது.
2. ஓய்வுநிலைஅதிர்வெண் எனப்படும் மையஅதிர்வெண் மிகஅதிகநிலைத்தன்மைகொண்டது.

குறிப்பு:

FM மற்றும் PM ஒப்பிடுதல் PM அலையானது FM அலையைப் போன்றதே ஆகும். பொதுவாக FM ஐவிட, PM சிறிய பட்டை அகலத்தைப் பயன்படுத்துகிறது. வேறுவகையில் கூறினால், கொடுக்கப்பட்ட பட்டை அகலத்தில், PM இல் அதிக தகவலை அனுப்பலாம். எனவே, கொடுக்கப்பட்ட பட்டை அகலத்திற்கு கட்டப் பண்பேற்றம் அதிக பரப்பும் வேகத்தை அளிக்கிறது.

எலக்ட்ரானிய தகவல் தொடர்பு அமைப்பின் உறுப்புகள்

தகவல் தொடர்பில் எலக்ட்ரானியல் முக்கியப் பங்குவகிக்கிறது. எலக்ட்ரானிய தகவல் தொடர்பு என்பது ஒரு ஊடகத்தின் வழியே ஒலி, உரை, படங்கள் அல்லது தரவைப் பரப்புவதே ஆகும். நீண்ட தொலைவு பரப்புகையானது வெளியை ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது. இந்தப் பாடப்பகுதியானது எவ்வாறு குரல் சைகையானது ஒரு பரப்பியால் வெளியின் வழியே பரப்பப்பட்டுமற்றும் ஏற்கும் முனையில் ஏற்பியால் ஏற்கப்படுகிறது என்பதற்குத் தேவையான தகவல்களை வழங்குகிறது.

எலக்ட்ரானிய தகவல் தொடர்பு அமைப்பின் உறுப்புகள்

படம் 10.4 இல் காட்டியுள்ள கட்டப்படம் மூலம், அடிப்படை தகவல் தொடர்பு அமைப்பின் உறுப்புகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

1. தகவல் (அடிக்கற்றை அல்லது உள்ளீடு சைகை - Information)

தகவலானது பேச்சு, இசை, படங்கள் அல்லது கணினித் தரவு போன்றவடிவில் இருக்கலாம். இந்தத் தகவலானது உள்ளீடு ஆற்றல் மாற்றிக்கு உள்ளீடாக அளிக்கப்படுகிறது.

2. உள்ளீடு ஆற்றல் மாற்றி (Input transducer)

ஆற்றல் மாற்றி என்பது இயற்பியல் அளவுகளின் (அழுத்தம், வெப்பநிலை, ஒலி) மாறுபாடுகளை அதற்குச் சமமான மின்சைகையாக மாற்றும் ஒரு சாதனம் மற்றும் அதன் மறுதலையாகும். தகவல் தொடர்பு அமைப்பில், ஆற்றல் மாற்றியானது ஒலி, இசை, படங்கள் அல்லது கணினித் தரவுவடிவில் உள்ள தகவலை அதற்குரிய மின்சைகையாக மாற்றுகிறது. அசல் தகவலின் சமமான மின்சைகையானது அடிக்கற்றை சைகை எனப்படுகிறது. ஒலி ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றும் ஒலிவாங்கி (microphone) ஆற்றல் மாற்றிக்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும்.

3. பரப்பி (Transmitter)

பரப்பியானது ஆற்றல் மாற்றியில் இருந்து வரும் மின்சைகையை தகவல் தொடர்பு வழித்தடத்திற்கு (Communication channel) அளிக்கிறது. இது பெருக்கி, அலையியற்றி, பண்பேற்றி மற்றும் திறன்பெருக்கி போன்ற சற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. பரப்பியானது ஒலி பரப்பு நிலையத்தில் அமைந்துள்ளது.

பெருக்கி: ஆற்றல் மாற்றியின் வெளியீடு மிகவும் வலிமை குறைவாக உள்ளதால், அது பெருக்கியினால் பெருக்கப்படுகிறது.

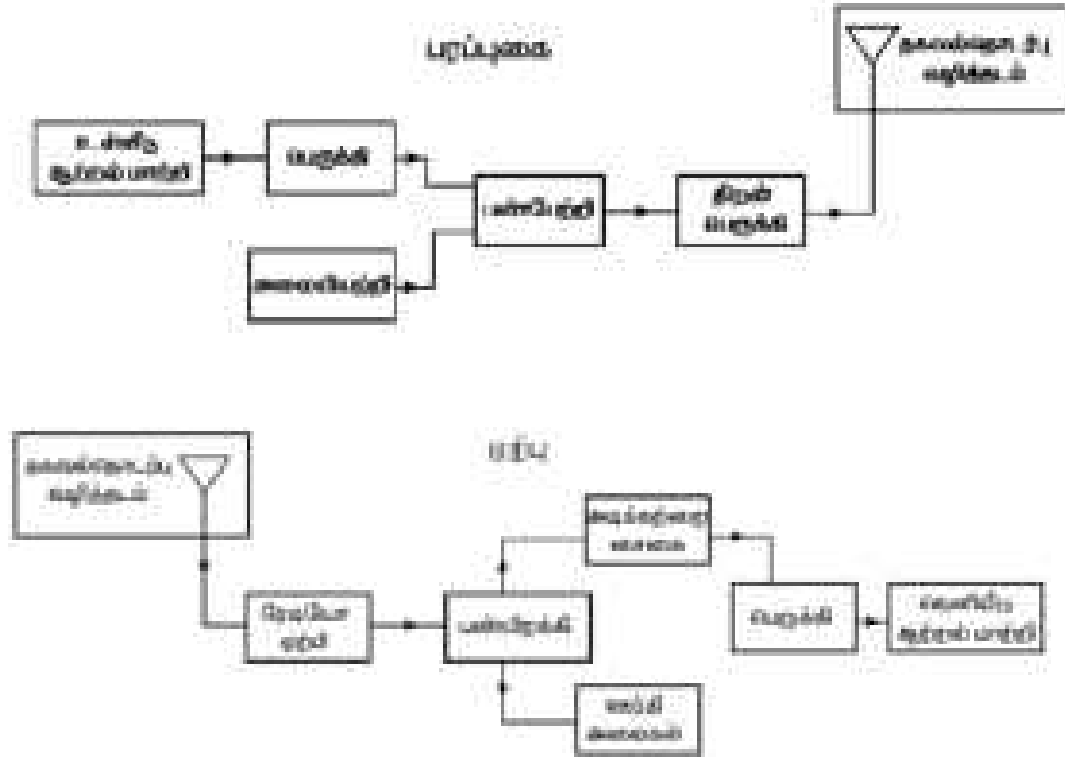
அலையியற்றி: வெளியில் நீண்ட தொலைவு பரப்புகைக்காக, உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி அலைகளை (சைன் வடிவ அலை) இது உருவாக்குகிறது. அலையின் ஆற்றல் அதன் அதிர்வெண்ணிற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளதால், ஊர்தி அலை மிக அதிக ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது.

பண்பேற்றி: இது அடிக்கற்றை சைகையை ஊர்தி சைகையின் மீது மேற்பொருத்தி, பண்பேற்றப்பட்ட சைகையை உருவாக்குகிறது.

திறன்பெருக்கி: இது நீண்ட தொலைவுக்கு செல்லும் வகையில் மின் சைகையின் திறன் அளவை அதிகரிக்கிறது.

4. பரப்பும் விண்ணலைக்கம்பி (Transmitting antenna)

இது ரேடியோ சைகையை வெளியில் அனைத்து திசைகளிலும் பரப்புகிறது. அது மின்காந்த அலைகள் வடிவில், ஒளியின் திசைவேகத்தில் ($3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$) செல்கிறது.



5. தகவல்தொடர்புவழித்தடம் (Communication channel)

தகவல்தொடர்புவழித்தடமானது பரப்பியில் இருந்து ஏற்பிக்குகறைந்த இரைச்சல் அல்லது குலைவுடன் மின்சைகைகளை பரப்புவதற்கு உதவுகிறது. தகவல்தொடர்பு ஊடகமானது அடிப்படையில் இரு வகைப்படுகிறது. அவை கம்பி வழி தகவல்தொடர்பு மற்றும் கம்பியில்லாத தகவல்தொடர்பு.

கம்பி வழி தகவல்தொடர்பு (இருமுனைத் தகவல்தொடர்பு) கம்பிகள், கம்பி வடங்கள் மற்றும் ஒளி இழைகள் போன்ற ஊடகங்களைப் பயன்படுத்துகிறது. ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், இந்த அமைப்புகள் நீண்ட தொலைவு பரப்புகைக்கு பயன்படுத்த இயலாது. தொலைபேசி, உள் இணைப்பு (Intercom) மற்றும் கேபிள் தொலைக்காட்சி ஆகியவை உதாரணங்களாகும்.

கம்பியில்லாத தகவல்தொடர்பானது வெளியை தகவல்தொடர்பு ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது. பரப்பு மின்னலைக் கம்பியின் உதவியால் சைகைகள் மின்காந்த அலைகள் வடிவில் பரப்பப்படுகின்றன. எனவே கம்பியில்லாத தகவல்தொடர்பு நீண்ட தொலைவு பரப்புகைக்கு பயன்படுகிறது. செல்லிட்பேசி, வானொலி அல்லது தொலைக்காட்சி ஒலி பரப்பும் மற்றும் தகவல்தொடர்பு ஆகியவை உதாரணங்களாகும். செயற்கைக்கோள்

6. இரைச்சல் (Noise)

இது பரப்பப்பட்ட சைகையை இடைமறிக்கும் விரும்பத்தகாத சைகையாகும். இரைச்சலானது பரப்பப்பட்ட சைகையின் தரத்தைக் குறைக்கிறது. இது மனிதனால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகள் (தானியங்கிகள், பற்றவைப்பு இயந்திரங்கள், மின்மோட்டார்கள் ஆகியவை) அல்லது இயற்கை நிகழ்வாக (மின்னல், சூரியன் மற்றும் விண்மீன்களில் இருந்து வரும் கதிர்வீச்சு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் விளைவுகள் ஆகியவை) இருக்கலாம். இரைச்சலை முற்றிலுமாக நீக்க இயலாது. எனினும் பல்வேறு நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி இதனைக் குறைக்கலாம்.

7. ஏற்பி (Receiver)

தகவல்தொடர்பு ஊடகத்தின் வழியாக பரப்பப்பட்ட சைகைகள் ஒரு ஏற்கும் மின்னலைக் கம்பியால் ஏற்கப்பட்டு, மின்காந்த அலைகளை ரேடியோ அதிர்வெண் சைகைகளாக மாற்றி, ஏற்பிக்கு அளிக்கப்படுகிறது. ஏற்பியானது பண்பிறக்கி, பெருக்கி, பகுப்பான் ஆகிய எலக்ட்ரானியச் சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. பண்பிறக்கியானது பண்பேற்றப்பட்ட அலையிலிருந்து அடிக்கற்றை சைகையைப் பிரித்தெடுக்கிறது.

பிறகு அடிக்கற்றைசைகைபகுக்கப்படுகிறதுமற்றும் பெருக்கிகளைப் பயன்படுத்திப் பெருக்கப்படுகிறது. இறுதியாக இதற்குவெளியீடுஆற்றல் மாற்றிக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

8. மறுபரப்பிகள் (Repeaters)

மறுபரப்பிகள் சைகைகள் அனுப்பப்படும் நெடுக்கம் அல்லது தொலைவை அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இதுபரப்பிமற்றும் ஏற்பியின் தொகுப்பாகும். சைகைகள் ஏற்கப்பட்டு, பெருக்கப்பட்டுமற்றும் மாறுபட்ட அதிர்வெண் கொண்ட உணர்திசைகை மூலம் மறுபடியும் சேருமிடத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது. விண்வெளியில் உள்ளதாகவல்ல்தொடர்புசெயற்கைக்கோள் ஒருசிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

9. வெளியீடுஆற்றல் மாற்றி (Output transducer)

இதுமின் சைகையை மீண்டும் அதன் தொடக்கவடிவமான ஒலி, இசை, படங்கள் அல்லது தரவு ஆகியனவாக மாற்றுகிறது. ஒலிப்பான்கள், படக்குழாய்கள், கணினித் திரை ஆகியன வெளியீடுஆற்றல் மாற்றிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

10. வலுவழிப்பு (Attenuation)

ஒரு ஊடகத்தின் வழியே பரப்பப்படும் போது சைகையின் வலுவில் ஏற்படும் இழப்பு வலுவழிப்பு எனப்படும்.

11. நெடுக்கம் (Range)

இதுபரப்பும் முனை மற்றும் போதுமான வலுவுடன் சைகை சேருமிடம் இடையே உள்ள பெரும்தொலைவு ஆகும்.

பட்டைஅகலம் (Band width)

குரல், இசை, படம் போன்ற அடிக்கற்றை சைகைகள் அல்லது தகவல் சைகைகளின் அதிர்வெண் நெடுக்கம், பட்டைஅகலம் எனப்படும். இந்த அடிக்கற்றை சைகைகள் ஒவ்வொன்றும் மாறுபட்ட அதிர்வெண்களைக் கொண்டுள்ளது.

தகவல்ல்தொடர்பு அமைப்புவகையானது ஒருகொடுக்கப்பட்ட அடிக்கற்றை சைகைக்கான அதிர்வெண் பட்டையின் இயல்பைச் சார்ந்து அமையும். சைகையின் மேற்பக்கமற்றும் அடிப்பக்க அதிர்வெண் எல்லைகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாட்டை பட்டைஅகலம் தருகிறது. இதனை சைகையால் ஆக்கிரமிக்கப்பட்ட மின்காந்த நிறமாலையின் பகுதி எனவும் வரையறுக்கலாம். V_1 மற்றும் V_2 என்பன ஒரு சைகையின் அடிப்பக்கமற்றும் மேற்பக்க அதிர்வெண் எல்லைகள் எனில், பட்டைஅகலம் = $V_2 - V_1$ ஆகும்.

பரப்பும் அமைப்பின் பட்டைஅகலம் (Bandwidth of transmission system)

ஒரு குறிப்பிட்ட வழித்தடத்தில், குறிப்பிட்ட தகவல் பகுதியைப் பரப்புவதற்குத் தேவையான அதிர்வெண்களின் நெடுக்கமானது அலைவரிசையின் பட்டைஅகலம் (channel bandwidth) அல்லது பரப்பும் அமைப்பின் பட்டைஅகலம் எனப்படும்.

இதுபரப்பும் அமைப்பு பயன்படுத்துவதற்கு என்று ஒதுக்கப்பட்ட நிறமாலையுடன் பொருந்தி உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, வீச்சுப் பண்பேற்ற அமைப்புக்கான 5 kHz சைகையைப் பரப்புவதற்கு, தேவைப்படும் அலைவரிசையின் பட்டைஅகலம் 10 kHz ஆகும். அதேசமயம் ஒரு ஒற்றைப்பக்க-பட்டை அமைப்புக்கு, அதே 5 kHz சைகையைப் பரப்புவதற்கு, தேவைப்படும் அலைவரிசையின் பட்டைஅகலம் 5 kHz ஆகும். ஏனெனில் வீச்சுப் பண்பேற்றத்தில் அலைவரிசையின் அகலம், சைகை அதிர்வெண் இணைப்போல் இரு மடங்காகும். எனவே, இருக்கின்ற மின்காந்த நிறமாலையின் பகுதியில் அதிக எண்ணிக்கையிலான அலைவரிசைகளை உள்ளடக்குவதற்கு அலைவரிசையின் பட்டைஅகலத்தைக் குறைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. சில பயன்பாடுகளில், இதன் அடிப்படையிலேயே பண்பேற்றம் தேர்வு செய்யப்படுகிறது.

விண்ணலைக்கம்பியின் அளவு (Antenna size)

விண்ணலைக்கம்பியானதுபரப்பும் முனை மற்றும் ஏற்பு முனை இரண்டிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. விண்ணலைக்கம்பியின் உயரம் விவாதிக்கப்படவேண்டியஒருமுக்கியபண்பனவாகும்.

விண்ணலைக்கம்பியின் உயரமானது $\frac{\lambda}{4}$ இன் மடங்குகளாக இருக்கவேண்டும்.

$$h = \frac{\lambda}{4} \quad - \quad (10.1)$$

இங்கு λ ஆனது அலைநீளம் $\lambda = \frac{c}{v}$, c ஒளியின் திசைவேகம் மற்றும் v ஆனது பரப்பப்படவேண்டியசைகையின் அதிர்வெண் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு:

இரு அடிக்கற்றைசைகைகளைக் கருதுவோம். ஒருசைகைபண்பேற்றப்பட்டும், மற்றொன்றுபண்பேற்றப்படாமலும் உள்ளது.

அடிக்கற்றைசைகையின் அதிர்வெண் $v = 10$ kHz எனவும், பண்பேற்றப்பட்டசைகையின் அதிர்வெண் $v = 1$ MHz எனவும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

$v = 10$ kHz அதிர்வெண் கொண்டசைகையைப் பரப்பத் தேவையானவிண்ணலைக்கம்பியின் உயரம் வருமாறு:

$$h_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4v} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10 \times 10^3} = 7.5 \text{ km} \quad (10.2)$$

$v = 1$ MHz அதிர்வெண் கொண்டபண்பேற்றப்பட்டசைகையைபரப்பத் தேவையானவிண்ணலைக்கம்பியின் உயரமானது

$$h_2 = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4v} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 1 \times 10^6} = 75 \text{ m} \quad (10.3)$$

சமன்பாடுகள் (10.2) மற்றும் (10.3) ஐ ஒப்பிடும் போது, நடைமுறையில் 75 m உயரமுள்ளவிண்ணலைக்கம்பியைநிறுவுவதுசாத்தியமாகும். ஆனால் 7.5 km உயரமுள்ளவிண்ணலைக்கம்பியின் உயரத்தைக் குறைப்பதையும், நெடுந்தொலைவுபரப்புகைக்கு தேவைஎன்பதையும் தெளிவாகவெளிப்படுத்துகிறது.

மின்காந்தஅலைகளின் பரவல்

தகவல்களைக் கொண்டசைகையானது உள்தி அலையுடன் (ரேடியோ அலை) பண்பேற்றப்பட்டு ஒருவிண்ணலைக்கம்பியினால் பரப்பப்படுகிறது. அது வெளியில் பயணம் செய்து, மறுமுனையில் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பியால் ஏற்கப்படுகிறது. 2 kHz முதல் 400 GHz வரை அதிர்வெண் உள்ள அலைகள் கம்பியில்லாதகவல்தொடர்பின் மூலமாக பரப்பப்படுகின்றன. பரப்பியில் இருந்து ஏற்பிக்கு பயணிக்கும் போது, மின்காந்த அலையின் வலிமை குறைந்து கொண்டே இருக்கும். பரப்பியினால் பரப்பப்படும் மின்காந்த அலை அதன் அதிர்வெண் நெடுக்கத்திற்கு ஏற்றாற்போல் மூன்று மாறுபட்டவகையில் பயணம் செய்கிறது.

- தரை அலைப் பரவல் (அல்லது) மேற்பரப்பு அலைப் பரவல் (ஏறத்தாழ 2 kHz முதல் 2 MHz)

- வான் அலைப் பரவல் (அல்லது) அயனிமண்டலப் பரவல் (ஏறத்தாழ 3MHz முதல் 30 MHz)
- வெளிஅலைப் பரவல் (ஏறத்தாழ 30MHz முதல் 400 GHz)

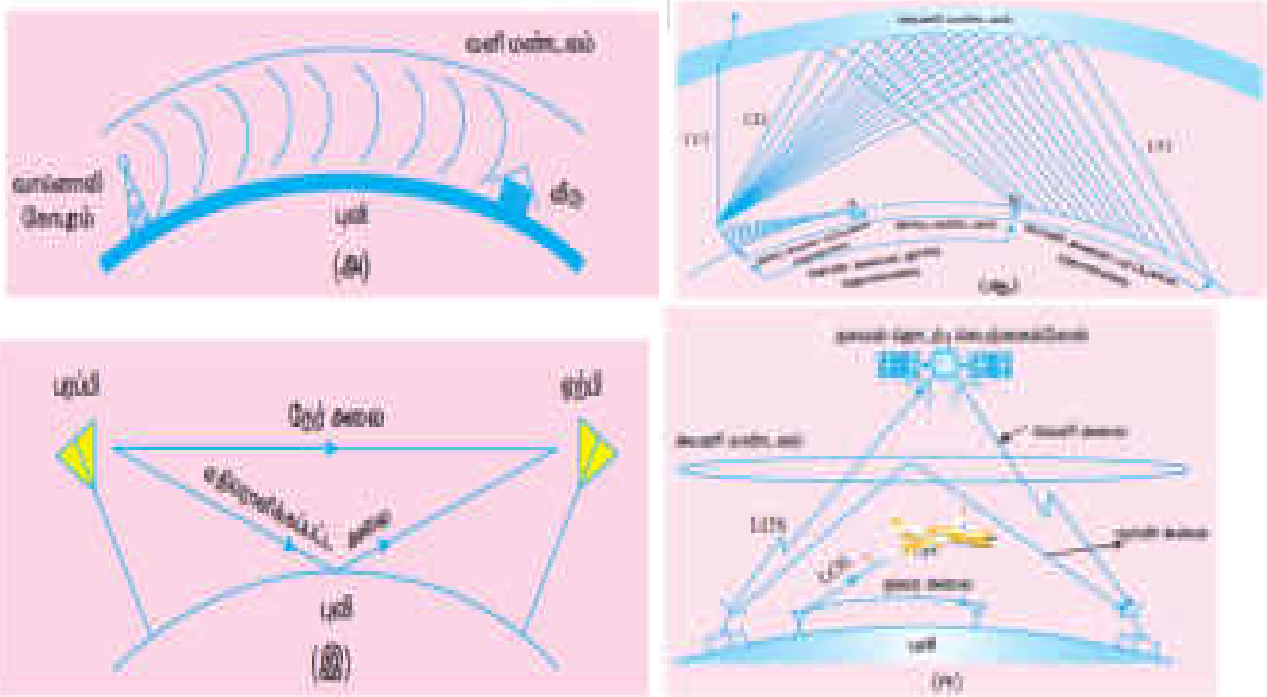
தரை அலைப் பரவல் (Ground wave propagation (or) surface wave propagation)

பரப்பியினால் பரப்பப்பட்டமின்காந்தஅலைகள் ஏற்பியைச் சென்றடையபுவியின் தரையைதழுவிக்கொண்டுசென்றால், இந்தப் பரவல் தரை அலைப் பரவல் எனப்படும். தொடர்புடையஅலைகளானது தரை அலைகள் அல்லதுமேற்பரப்புஅலைகள் எனப்படுகின்றன. இதன் காட்சிவிளக்கப்படம் 10.5 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பரப்பும் மற்றும் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பிகள் இரண்டும் புவிக்குஅருகில் இருக்கவேண்டும். விண்ணலைக்கம்பியின் அளவுசைகைகளின் பரப்புதலின் பயனுறுதிறனைநிரணயிப்பதில் முக்கியபங்குவகிக்கிறது.

பரப்புகையின்போதுமின் சைகைகள் நீண்டதொலைவிற்குசெல்லும்போதுவலுவிழக்கின்றன. வலுவிழப்பதற்கானசிலகாரணங்கள் பின்வருமாறு:

- அதிகரிக்கும் தொலைவு:தொலைவைப் பொருத்து,சைகையில் ஏற்படும் வலுவிழப்பு (i) பரப்பியின் திறன் (ii) பரப்பியின் அதிர்வெண் மற்றும் (iii) புவிப்பரப்பின் நிலைஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.
- புவியினால் ஆற்றல் உறிஞ்சப்படுதல்:மின்காந்தஅலைவடிவில் உள்ளபரப்பப்படும் சைகையானதுபுவியைத் தொடும்போது,அதுபுவியில் ஒருமின்னூட்டத்தைத் தூண்டிஒருமின்னூட்டத்தைஏற்படுத்துகிறது. இதனால் புவியானதுஒருகசியும் மின்தேக்கியைப் போல் செயல்படுகிறது. அதனால் அலைவலுவிழக்கிறது.
- அலைசாய்தல்:அலைமுன்னேறும்போதுபுவியின் வளைபரப்புக்குஏற்றவாறுஅலைமுகப்புபடிப்படியாகசாயத் தொடங்குகிறது. இந்தசாய்வின் அதிகரிப்புஅலையின் மின்புலவலிமையைக் குறைக்கிறது. இறுதியாகஒருகுறிப்பிட்டதொலைவைக் கடந்தவுடன்,ஆற்றல் இழப்புக்காரணமாகமேற்பரப்புஅலைமுழுவதுமாகநின்றுவிடுகின்றது.



உயர் அதிர்வெண் அலைகளுக்குபுவியின் காற்றமண்டலத்தில் அதிகஆற்றல் உறிஞ்சப்படுவதால், தரை அலைகளின் அதிர்வெண் பெரும்பாலும் 2MHz ஐ விடகுறைவாக இருக்கும். பகல் நேரங்களில் ஏற்கப்படும் நடுத்தரஅலை(Medium wave) சைகைகள் மேற்பரப்புஅலைப் பரவலைப் பயன்படுத்துகிறது.

இது முக்கியமாக உள்ளூர் ஒளிபரப்பு, ரேடியோவின் உதவியால் கடற்பயணம், கப்பலில் இருந்து கப்பல் மற்றும் கப்பலில் இருந்து கடற்கரை தகவல்தொடர்பு மற்றும் செல்பேசி தகவல் தொடர்பு ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

வெளி அலைப் பரவல் (Space wave propagation):

தகவல் சைகையை வெளியின் வழியே அனுப்பும் மற்றும் பெறும் செயல்முறை வெளி அலைப்பரவல் எனப்படும். 30 MNzக்கு மேல் மிக அதிகமான அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் வெளி அலைகள் எனப்படும். இந்த அலைகள் பரப்பியிலிருந்து ஏற்பிக்கு நேர்க்கோட்டில் பயணம் செய்கிறது. எனவே இது நேர்க்கோட்டு பார்வை தகவல் தொடர்புக்கு (LOS) பயன்படுகிறது.

அதிக அதிர்வெண்களுக்கு, பரப்பப்பட்ட மற்றும் ஏற்கப்பட்ட சைகைகள் (நேரடி அலைகள்) புவியின் வளைபரப்பினால் பாதிப்படையாமல் இருப்பதற்கு பரப்பும் கோபுரங்கள் போதுமான உயரத்தில் இருக்க வேண்டும். அதனால் அவை குறைவான வலுவழி மற்றும் குறைவான சைகை வலிமை இழப்புடன் பயணிக்கின்றன. சில அலைகள் தரையில் எதிரொளிக்கப்பட்ட பிறகு ஏற்பியை அடைகின்றன.

தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு, செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பு, மற்றும் ரேடார் போன்ற தகவல்தொடர்பு அமைப்புகள் வெளி அலை பரவலை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

சில நன்மைகள் காரணமாக, அதிக அதிர்வெண்கள் (மீ உயர் அதிர்வெண் பட்டை) கொண்ட மைக்ரோ அலைகள், ரேடியோ அலைகளுக்கு பதிலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நன்மைகள்: அதிக பட்டை அகலம், உயர்வான தரவு விகிதங்கள், சிறப்பான திசை நெறிப்படுத்தும் திறன், சிறிய அளவான விண்ணலைக்கம்பி, குறைந்த திறன் நுகர்வு போன்றவை ஆகும்.

பரப்புகை நிகழும் நெடுக்கம் அல்லது தொலைவு (d) ஆனது விண்ணலைக்கம்பியின் உயரத்தை (h) சார்ந்துள்ளது. இதன் சமன்பாடு,

$$d = \sqrt{2Rh}$$

இங்கு R ஆனது புவியின் ஆரம் ஆகும். இதன் மதிப்பு R = 6400 km.

பரப்புகை நிகழும் தொலைவு காட்சிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

செயற்கைக்கோள் தகவல் தொடர்பு:

செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பானது செயற்கைக்கோள் வழியாக பரப்பி மற்றும் ஏற்பி இடையே சைகையைப் பரிமாற்றும் தகவல்தொடர்பின் ஒரு வகையாகும். தகவல் சைகையானது புவி நிலையத்தில் இருந்து, வானில் நிலைகொண்டுள்ள செயற்கைக்கோளுக்கு மேலிணைப்பு (Uplink) (அதிர்வெண் பட்டை 6 GHz) ஒன்றின் மூலமாகப் பரப்பப்படுகிறது. பின்னர் அங்குள்ள டிரான்ஸ்பான்டர் என்ற கருவியால் பெருக்கப்பட்டு, கீழிணைப்பு (Downlink) (அதிர்வெண் பட்டை 4GHz) மூலமாக மற்றொரு புவி நிலையத்திற்கு மீண்டும் பரப்பப்படுகிறது.

அதிக அதிர்வெண் ரேடியோ அலை சைகைகள் நேர்க்கோட்டில் செல்லும்போது (நேர்க்கோட்டுப் பார்வை), உயரமான கட்டடங்கள் அல்லது மலைகள் அல்லது புவியின் வளைபரப்பு ஆகியவற்றை எதிர்கொள்ளக்கூடும். ஆனால் இந்த வகை தகவல்தொடர்பானது, செயற்கைக்கோள்கள் உதவியால் ரேடியோ சைகைகளை டிரான்ஸ்பான்டர் மூலம் பெருக்கி, மேலிணைப்புகள் மற்றும் கீழிணைப்புகள் வழியாக தொலைதூர இடங்களை கீழிணைப்புகள் வழியாக தொலைதூர இடங்களை சென்றடைய மறு ஒளிபரப்பு செய்கின்றது. எனவே இது வானில் உள்ள ரேடியோ மறு ஒளிப்பரப்பி (Radio repeater) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதன் பயன்பாடுகள் அனைத்து துறைகளிலும் உள்ளன. அவற்றில் சில கீழே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

பயன்பாடுகள்:

செயற்கைக்கோள்களானது அவற்றின் பயன்பாடுகள் அடிப்படையில் பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சில செயற்கைக்கோள்கள் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.



1. வானிலை செயற்கைக்கோள்கள்:

இவை புவியின் வானிலை மற்றும் தட்பவெப்பநிலையைக் கண்காணிக்கப் பயன்படுகின்றன. மேங்களின் நிறையை அளப்பதன் மூலம் மழை, அபாயகரமான சூறாவளி மற்றும் புயல்கள் ஆகியவற்றை முன்கணிப்பு செய்வதற்கு இந்தச் செயற்கைக்கோள்கள் நமக்கு உதவுகின்றன.

2. தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோள்கள்:

இவை தொலைக்கட்சி, வானொலி, இணையச் சைகைகள் ஆகியவற்றை பரப்புவதற்குப் பயன்படுகின்றன. நீண்ட தொலைவுகளுக்குப் பரப்ப, ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட செயற்கைக்கோள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

3. வழிநடத்தும் செயற்கைக்கோள்கள்:

கப்பல்கள், விமானங்கள் அல்லது வேறு எந்த பொருளின் புவிசார் அமைவிடத்தை கண்டறியும் பணிகளில் இவை ஈடுபடுகின்றன.

ஒளி இழைத் தகவல் தொடர்பு:

ஒரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு ஒளி இழையின் வழியாக, ஒளித்துடிப்புகளின் மூலம் தகவல்களைப் பரப்பும் முறை ஒளி இழைத் தகவல்தொடர்பு எனப்படும். இது முழு அக எதிரொளிப்புத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது.

ஒளியானது மைக்ரோ அலை மற்றும் ரேடியோ அலைகளை விட மிக அதிக அதிர்வெண்ணைக் (400 TNz முதல் 790 THz) கொண்டுள்ளது. சிலிக்கா கண்ணாடி அல்லது சிலிக்கன் டை ஆக்ஸைடால் ஒளி இழைகள் உருவாக்கப்படுகிறது. மேலும் இப்பொருள்கள் புவியில் அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. தற்போது அதிக அகச்சிவப்பு அலைநீளம் மற்றும் சிறந்த பரப்புக்கைத் திறன் காரணமாக, சால்கோஜெனைடு கண்ணாடிகள் மற்றும் புளூரோ அலுமினேட் படிகப் பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளி இழைகள் மின் கடத்தாப் பொருட்கள் என்பதால், ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட அலைவரிசைகள் தேவைப்படும் இடங்கள் மின் மற்றும் மின்காந்த இடையூறுகளைத் தவிர்க்க வேண்டிய இடங்கள் ஆகியவற்றில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பயன்பாடுகள்:

ஒளி இழை அமைப்பு பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. அவை சர்வதேச தகவல்தொடர்பு, நகரங்கள் இடையே தகவல்தொடர்பு, நகரங்கள் இடையே தகவல்தொடர்பு, தரவு இணைப்புகள், ஆலை மற்றும் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாடு மற்றும் இராணுவப் பயன்பாடுகள் ஆகியவை ஆகும்.

நன்மைகள்:

1. ஒளி இழைகள் மிகவும் மெலிதானது. தாமிரவடங்களைவிட குறைவான எடை கொண்டவை.
2. இந்த அமைப்பு மிக அதிகப் பட்டை அகலத்தைக் கொண்டுள்ளது. இதன் பொருள்: தகவல் சுமந்து செல்லும் திறன் அதிகம் என்பதாகும்.
3. ஒளி இழை அமைப்பின் இடையூறுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

4. தாமிரவடங்களைவிடஒளி இழை மலிவானது.

குறைபாடுகள்:

1. தாமிரக்கம்பிகளுடன் ஒப்பும்போதுஒளி இழை வடங்கள் எளிதில் உடையக் கூடியவை.
2. இதன் தொழில்நுட்பம் விலையுயர்ந்ததுஆகும்.

ஒளி இழை வடங்கள் வேறு எந்தவகை பரப்புக்கையைக் காட்டிலும் அதிவேக பரப்புகை வீத்தை அளிக்கின்றன. இவை வீடுகளுக்கும், வணிக நிறுவனத்திற்கும் 1Gbps தரவு வேகத்தை அளிக்க இயலும். பல்வகை ஒளி இழைகள் (Multi - Mode fibre) ஆனது 10 Mbps வேகத்தில் செயல்படுகின்றன. ஒளி இழைத் தகவல்தொடர்பில், சமீபகால வளர்ச்சிகள் 25 Gbps என்ற வீதத்தில் தரவு வேகத்தை தருகின்றன.

அடலாண்டிக் பெருங்கடலுக்குக் குறுக்கே,அமெரிக்காமற்றும் ஐரோப்பா இடையேயானபெரும் பாலானதொலைத்தொடர்புவடங்கள்,ஒளி இழைகளேஆகும்.

ரேடார் மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்:

ரேடார் (RADAR)என்பதுRadio Detection And Ranging என்றசொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். இதுதகவல்தொடர்புஅமைப்புகளின் பயன்பாடுகளில் முக்கியமானஒன்றாகும். இதுவானூர்தி,கப்பல்கள்,வண்கலன் ஆகியதொலைதூரப் பொருட்களைகண்டுணர்வதற்குமற்றும் அவற்றின் இருப்பிடத்தைஅறியவதற்குப் பயன்படுகிறது. நமதுகண்ணிற்குப் புலப்படாதபொருட்களின் கோணம்,தொலைவுமற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றைரேடார் மூலம் கண்டறியலாம்.

ரேடார் ஆனதுதகவல்தொடர்புக்குமின்காந்தஅலைகளைப் பயன்படுத்துகிறது. முதலில் மின்காந்தசைகையானதுவிண்ணலைக்கம்பி மூலம்வெளியின் அனைத்துதிசைகளிலும் பரப்பப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட இலக்குப் பொருளின் மீதுமோதும் சைகையானதுஎதிரொளிக்கப்பட்டு,எல்லாதிசைகளிலும் மீண்டும் பரப்பப்படுகிறது. இந்தஎதிரொளிக்கப்பட்டசைகை (எதிரொளி),ரேடார் விண்ணலைக்கம்பியால் பெறப்பட்டுஏற்பிக்குஅளிக்கப்படுகிறது.

பிறகுஅதுசெயல்முறைபடுத்தப்பட்டு,பெருக்கப்பட்டுபொருளின் புவிசார் புள்ளிவிவரங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன. சைகையானதுரேடாரில் இருந்து இலக்குப் பொருளுக்குச் சென்று,மீண்டும் திரும்பிவருவதற்குஎடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தில் இருந்து இலக்குகளின் நெடுக்கம் கண்டறியப்படுகிறது.

பயன்பாடுகள்:

ரேடார்கள் அனேகதுறைகளில் பயன்பாடுகளைக் கொண்டவை. அவற்றில் சிலகீழேகுறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

1. இராணுவத்தில், இலக்குகளை இடம் காணவும்,கண்டறியவும் பயன்படுகின்றன.
2. கப்பல் மூலம் பரப்பில் தேடுதல்,வான் தேடுதல் மற்றும் ஏவுகணைவழிநடத்தும் அமைப்புபோன்றவழிகாட்டும் அமைப்புகளில் பயன்படுகிறது.
3. மழைப்பொழிவுவீதம் மற்றும் காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றைஅளவிட்டு,வானிலைகண்காணிப்பில் பயன்படுகின்றது.
4. அவசரகால சூழ்நிலைகளில்,மக்களின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறிந்து,அவர்களைமீட்கும் பணியில் உதவுகிறது.

செல்பேசிதகவல் தொடர்பு:

செல்பேசிதகவல் தொடர்பானதுகம்பிகள் அல்லதுகம்பிவடங்கள் போன்றஎந்த இணைப்புகளும் இன்றிவெவ்வேறு இடங்களில் உள்ளவர்களுடன் தொடர்புகொள்ளஉதவுகிறது. அதிகமானபரப்பிற்கு இணைப்பு இன்றியேபரப்புகையைஅனுமதிக்கிறது. வீடு,அலுவலகம் போன்றகுறிப்பிட்ட இடத்தில் இருந்துமட்டுமல்லாமல்,எந்த இடத்திலிருந்தும் பிறருடன் தொடர்புகொள்ளவழிசெய்கிறது. தொலைதூர இடங்களுக்கும் தகவல்தொடர்புவசதியைஏற்படுத்துகிறது.

இது இடம்பெயரும் (roaming) வசதியை அளிக்கிறது. அதாவது தகவல்தொடர்பு முறிவு இன்றி, பயனாளர் ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நகரலாம். இந்தத் தகவல் தொடர்புவலை அமைப்பை நிறுவுவதற்குமற்றும் பராமரிப்பதற்கு ஆகும் செலவுகளை வானதாகும்.

பயன்பாடுகள்:

1. இது தனிப்பட்ட தகவல்தொடர்புக்கு பயன்படுகிறது. மற்றும் செல்பேசிகளுக்கு உயர் வேகத்தில் குரல் மற்றும் தரவு இணைப்பை வழங்குகிறது.
2. உலகம் முழுவதும் ஒரு சில வினாடிக்குள் செய்திகளைப் பரப்பமுடியும்.
3. இணையத்தின் வழியே பொருட்களைப் (Internet of Things, IoT) பயன்படுத்தும் முறையில், ஒரு சாதனத்தின் மூலம் பல்வேறு சாதனங்களைக் கட்டுப்படுத்துவது சாத்தியமாகிறது. எடுத்துக்காட்டு: செல்பேசியைப் பயன்படுத்தி, வீட்டு உபயோகப் பொருட்கள் அனைத்தையும் இயக்க முடியும்.
4. இது கல்வித்துறையில் நவீன வசதிகளுடன் கூடிய வகுப்பறைகள், இணையதளத்தில் பாடம் தொடர்பான குறிப்புகள் கிடைப்பது, மாணவர்களின் செயல்பாடுகளை கவனித்தல் ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

சமீபகாலமாக, செல்பேசி தகவல்தொடர்பு தொழில் நுட்பமானது 2G, 3G, 4G, 5G WiMAX, Wibro, EDGE, GPRS மற்றும் இது போன்றவை என பல்வேறு கட்டங்களைக் கடந்துவந்துள்ளது. இது தகவல்தொடர்பு வேகத்தையும், செயல்பாட்டு நெடுக்கத்தையும் அதிகரிக்க உதவுகிறது. நம்பகமான மற்றும் பாதுகாப்பான இணைப்புகளால் இணைப்பு தொடர்பான சிக்கல்கள் குறைக்கப்பட்டுள்ளன. GPS (உலகளாவிய நிலையறியும் அமைப்பு) மற்றும் GSM (செல்பேசி தகவல்தொடர்பிற்கான உலகளாவிய முறை) ஆகிய தொழில் நுட்பங்கள், செல்பேசி தகவல்தொடர்பில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. வலையமைப்பின் பட்டை அகலத்தைப் பயன்படுத்துதல், வலையமைப்புகளைப் பகிர்ந்து கொள்ளுதல், பிழைகண்டறிதல் ஆகிய செயல்களை இது அதிகரிக்கின்றது. இலக்க முறைமாறுதல் (Digital switching), TDMA, CDMA போன்ற பல தகவல்தொடர்புவகைகளின் செயல்பாட்டை எளிமையாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இணையம் (INTERNET):

இணையம் என்பது தகவல்தொடர்பு அமைப்பில் பன்முகத்தன்மை கொண்ட கருவிகளுடன் வளர்ந்துவரும் ஒரு தொழில்நுட்பம் ஆகும். அது மக்களுடன் தொடர்புகொள்ளுபுதிய வழி முறைகளை வழங்குகிறது. இணையம் என்பது இலட்சக்கணக்கான மக்களை கணினி வழியே இணைக்கும், உலகளவில் அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ள மிகப்பெரும் கணினி வலை அமைப்பாகும். அது வாழ்க்கையில் அனைத்து நடைமுறைகளிலும் ஏராளமான பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

இணையத்தில் உள்ள அனைத்து தகவல்களையும் சேமிப்பதற்கு, உங்களுக்கு 1 பிலிலியன் DVD அல்லது 200 மில்லியன் புள்ளி - ரே டிஸ்க்குகளுக்கு மேல் தேவைப்படும்.

பயன்பாடுகள்:

1. **தேடுபொறி:** உலகளாவிய வலைத்தளங்களில் தகவல்களைத் தேடுவதற்குப் பயன்படும் இணையம் சார்ந்த சேவைக் கருவியானது, தேடுபொறி எனப்படும்.
2. **தகவல்தொடர்பு:** இ-மெயில், உடனடிச் செய்திச் சேவைகள் மற்றும் சமூக வலைத்தளங்கள் மூலம், லட்சக்கணக்கான மக்கள் ஒன்றிணைந்து தொடர்புகொள்வதற்கு இணையம் உதவுகிறது.
3. **மின் - வணிகம்:** எலக்ட்ரானிய வலைத்தளம் மூலம் பொருட்களை வாங்குதல், விற்கல், சேவைகளைப் பெறுதல் மற்றும் நிதிபரிமாற்றம் ஆகிய செயல்பாடுகளில் இணையம் பயன்படுகிறது.

உலகளாவியநிலையறியும் அமைப்பு (GLOBAL POSITIONING SYSTEM):

GPSஎன்பதுGlobal Positioning System - உலகளாவியநிலையறியும் அமைப்பு-என்பதன் சுருக்கமாகும். இது வழி நடத்தும் செயற்கைக்கோள்களின் உலகளாவியஅமைப்புஆகும். இதன்மூலம் புவிக்குஅருகிலோஅல்லதுவேறுஎந்த இடத்திலோ இருக்கும் GPSஏற்பிற்கு,புவிசார் அமைவிடம் மற்றும் காலம் தொடர்பானதகவல்களைவழங்குகிறது.

பல்வேறுசெயற்கைக்கோள்களின் வலையமைப்புஉதவியுடன் GPSசெயல்படுகிறது இந்தசெயற்கைக்கோள்கள் ஒவ்வொன்றும் ரேடியோஅலைகள் போன்றஒருதுல்லியசைகையைஒலிபரப்புகிறது. இருப்பிடம் குறித்ததரவைஅளிக்கும் இந்தசைகைகள்,விண்ணலைக்கம்பியினால் பெறப்பட்டு,பிறகுGPSமென்பொருளால் தகவல்களாகமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. மென்பொருளானதுகுறிப்பிட்டசெயற்கைக்கோளைகண்டுணர்ந்து,அதன் இருப்பிடம் மற்றும் ஒவ்வொருசெயற்கைக்கோளில் இருந்தும் சைகைகள் பயணம் செய்யஎடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் ஆகியவற்றைக் கண்டறிகிறது.

பிறகு,மென்பொருள் ஆனதுஒவ்வொருசெயற்கைக்கோளில் இருந்துபெறும் தரவுகளைசெயல்முறைப்படுத்தி,ஏற்பியின் இருப்பிடத்தைக் கணிக்கிறது.

பயன்பாடுகள்:

உலகளாவியநிலையறியும் அமைப்புபலதுறைகளில் மிகவும் பயனுள்ளதாகஉள்ளது. அவையாவன: இயங்கும் வாகனநிர்வாகம் (கார்கள்,சரக்குவாகனங்கள் மற்றும் பேருந்துகள் ஆகியவற்றின் தடம் பின்பற்றல்),வனவிலங்குநிர்வாகம் (ஆபத்தான வன விலங்குகளைக் கணக்கிடல்) மற்றும் பொறியியல் துறை (சுரங்கப்பாதைகள்,பாலங்கள் ஆகியவற்றைஉருவாக்குதல்) ஆகியவைஆகும்.

விவசாயம்,மீன்வளம் மற்றும் சுரங்கம் ஆகியதுறைகளில் தகவல் தொடர்புத் தொழில்நுட்பத்தின் பயன்பாடு

விவசாயத் துறை:

தகவல்தொடர்புதொழில்நுட்பத்தைப் (Information and Communication Technology - ICT) விவசாயத்துறையில் பயன்படுத்தும்போதுஉற்பத்திஅதிகரிக்கிறது. விவசாயிகளின் வாழ்க்கைத்தரம் உயருகிறது,விவசாயிகளுக்குஉள்ளசவால்கள் மற்றும் இடையூறுகள் தீர்க்கப்படுகின்றன. மேலும்,

1. உணவுஉற்பத்தியைஅதிகரித்தல் மற்றும் பண்ணைநிர்வாகம் ஆகியவற்றில் அதிகளவில் பயன்படுகிறது.
2. தண்ணீர்,விதைகள் மற்றும் உரங்கள் ஆகியவற்றின் மேம்பட்டபயன்பாட்டிற்குஉதவுகிறது.
3. ரோபோக்கள்,வெப்பநிலைமற்றும் ஈரப்பதம் உணர்விகள்,வான்வழிபடங்கள் மற்றும் GPSதொழில்நுட்பம் ஆகியவைஉள்ளடக்கியஅதிநவீனதொழில்நுட்பங்களையும் இங்குபயன்படுத்தலாம்.
4. புவிசார் தகவல் அமைப்புகள் (GIS - Geographic Information Systems) ஆனதுஒருகுறிப்பிட்டதாவரத்தைபயிரிடுவதற்குதகுதியான இடத்தைமுடிவுசெய்வதுஎனவேளாண்மைத்துறையில் விரிவாகப் பயன்படுகிறது.

மீன்வளத் துறை:

1. செயற்கைக்கோள் கண்காணிக்கும் அமைப்பானதுமீன்பிடிப்புகுதியைஅடையாளம் காணஉதவுகிறது.
2. பாரீகோடுகளைபயன்படுத்துவதன் மூலம் மீன் பிடிக்கப்பட்டதேதிமற்றும் நேரம்,மீன் வகையின் பெயர்,மீனின் தரம் ஆகியவற்றைஅடையாளம் காணமுடியும்.

சுரங்கத்துறை:

1. சுரங்கத்துறையில்,செயல்படுத்திறன் அதிகரிப்பு,தொலைதூர கண்காணிப்புமற்றும் பேரிடர் நடைபெற்ற இடத்தைஅறிதல் ஆகியவற்றில் ICTபயன்படுகிறது.
2. சுரங்கத்தில் சிக்கிக்கொள்ளும் தொழிலாளர்களுக்கஒலி-ஒளிஎச்சரிக்கையைஅளிக்கிறது.
3. தொலைதூரத்தில் உள்ளசுரங்கப் பணியிடங்களை இணைக்கஉதவுகிறது.

