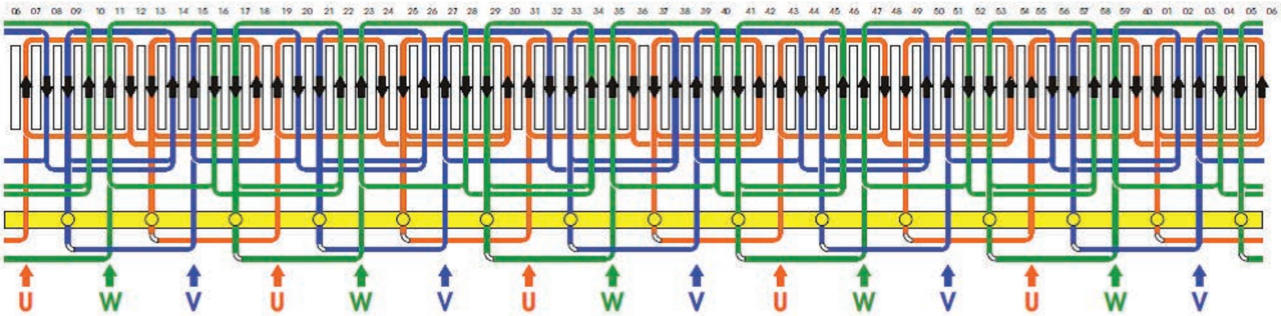
பாடம் 9

நேர்த்திசை மற்றும் மாறுதிசை மின்னோடி உல்லைகள்

U8573T



உன் மீது உனக்கே நம்பிக்கை இல்லையென்றால், கடவுளே நேரில் வந்தாலும் பயனில்லை. சுவாமி விவேகானந்தர்

கற்றலின் நோக்கம்

மின் இயந்திரங்களுக்கு உல்லை என்பது இதயம் போன்ற பாகமாகும். நமது வீடுகள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் உள்ள மின் இயந்திரங்கள் சிறந்த முறையில் இயங்குவதற்கு உல்லைகளை நல்ல முறையில் இருக்கச் செய்வது முக்கியமானதாகும். உல்லை பற்றிய அடிப்படை அறிவும் போதிய அனுபவமும் இருந்தால் மின் இயந்திரங்களின் செயல்பாடு சம்பந்தமான அனைத்து விவரங்களும் தெரிந்து கொள்வதோடு மட்டுமல்லாமல், சுயவேலை வாய்ப்புக்கும் அடிப்படையாக அமையும். முறையான படிப்பு ஏதும் இல்லாமல் அனுபவத்தை மட்டுமே மூலதனமாகக் கொண்டு பலர் இத்துறையில் சாதித்துக் கொண்டிருக்கும் நிலையில் முறையான படிப்பும் போதிய அனுபவமும் பெறும் போது இத்துறையில் நமது மாணவர்கள் மிகப் பெரிய சாதனையாளர்களாக உயரலாம் என்பதில் ஐயமில்லை.

பொருளடக்கம்

9.1 அறிமுகம்
9.2 உல்லை செய்யத் தேவையான பொருட்கள்
9.3 கம்பி அளவுத் தட்டு
9.4 சுருள் பற்றிய விளக்கங்கள்
9.5 நேர்த்திசை மின்சார உல்லைகள்
9.6 மாறுதிசை மின்சார உல்லைகள்

BEE_Chapter_09.indd 144 12/27/2019 11:38:00 AM

9.1 அறிமுகம்

மின்னியல் துறைகளில் மின்னோடிகள், மின்னாக்கிகள், மின்மாற்றிகள், ஒலிபெருக்கிகள் மற்றும் அனைத்து வகையான மின்னளவைக் கருவிகளிலும் உல்லை பயன்படுத்தப்படுகிறது. உல்லை சுற்றப்படுவதன் முக்கிய நோக்கமே இயந்திரங்களின் திறனுக்கு ஏற்ப காந்தபுலத்தை ஏற்படுத்துவதே ஆகும். இப்பாடத்தில் நாம் உல்லை செய்யத் தேவையான பொருட்கள், நேர்த்திசை மற்றும் மாறுதிசை உல்லைகள் குறித்தும் விரிவாக காண்போம்.

9.2 உல்லை செய்யத் தேவையான பொருட்கள்

மின்னோடி மற்றும் மின்னாக்கிகளில் உல்லை செய்வதற்கு முக்கியமாக இரண்டு வகையான பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை,

i. மின்கடத்திகள்

ii. மின்கடத்தா காப்புப் பொருட்கள்

i. மின்கடத்திகள்

மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு மிகக் குறைந்த தடையைக் கொடுத்து எளிதில் மின்சாரத்தைத் தன்வழியே அனுமதிக்கும் பொருட்களுக்கு மின்கடத்திகள் என்று பெயர். பொதுவாக இவை உலோகங்களால் ஆனவை. உல்லை செய்வதில் பெரும்பான்மையாகத் தாமிரக் கம்பிகளும் அதற்கு அடுத்தபடியாக அலுமினியக் கம்பிகளும் சுருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

அ. உல்லை கடத்திகளின் வகைகள்

உல்லை செய்வதற்குப் பெரும்பாலும் கீழ்க்கண்ட வகைக் கடத்திகள் பயன்படுகின்றன.

i. பருத்தித் துணிக் காப்பு உறை கொண்ட கடத்திகள்.

ii. பட்டுத் துணிக் காப்பு உறை கொண்ட கடத்திகள்.

iii. காகிதக் காப்பு உறை கொண்ட கடத்திகள்.

iv. வார்னிஷ் பூசப்பட்ட கண்ணாடித்தாள் உறை கொண்ட கடத்திகள்.

v. எனாமல் பூசப்பட்ட வட்ட முகப்புக் கொண்ட கடத்திகள் ஆகியவைகள் ஆகும்.

சிறிய மற்றும் நடுத்தர வகை மின்னோடிகளில் உள்ள பாதி மூடிய வகை பள்ளங்களில் வட்ட முகப்பு கொண்ட எனாமல் பூசப்பட்ட கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரிய மற்றும் திறந்த வகை பள்ளங்கள் கொண்ட மின்னோடிகளில் செவ்வக வடிவ கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ii. மின்கடத்தா காப்புப் பொருட்கள்

மின்சாரத்தைக் கடத்துவதற்கு மிக அதிக மின்தடையைக் கொடுத்துத் தன்வழியே மின்சாரம் பாய்வதைத் தடுக்கும் குணம் கொண்ட பொருட்களுக்கு மின்கடத்தா காப்புப் பொருட்கள் என்று பெயர்.

அ. மின்காப்பு வார்னிஷ்

மின்காப்புத்தடை, மின்காப்பு வலிமை மற்றும் இயந்திர வலிமையை அதிகரிக்கவும், உல்லைக்குள் தூசு, ஈரப்பதம் போன்றவை நுழையாமல் பாதுகாக்கவும், உல்லைக்கு அழகிய தோற்றத்தைத் தருவதற்கும், வார்னீஷ் பூச்சு அவசியம் பயன்படுகிறது. மேலும் ஈரப்பதம் உறிஞ்சக் கூடிய மின்காப்புப் பொருட்களில் பூச்சு கொடுக்கவும் பயன்படுகிறது.

9.3 கம்பி அளவுத் தட்டு

9.3.1 உல்லை கடத்திகளின் அளவைக் குறிப்பிடும் முறை

உல்லை கடத்திகளின் அளவானது கீழ்க்கண்ட இருமுறைகளில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

i. S.W.G என்ற எண் மூலம் குறிப்பிட கம்பி அளவுத் தட்டு என்ற எஃகுத் தட்டு பயன்படுகிறது.

BEE_Chapter_09.indd 145 12/27/2019 11:38:00 AM

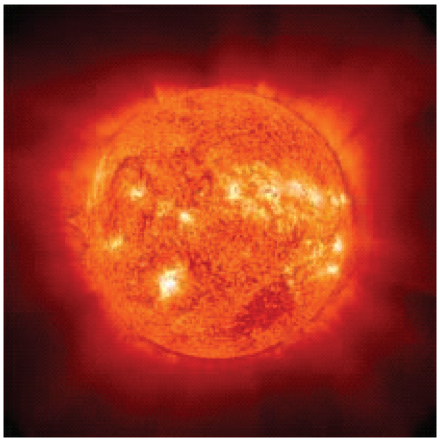
ii. கடத்தியின் விட்ட அளவை மெட்ரிக் முறைப்படி மில்லிமீட்டர் அளவில் குறிப்பிட மைக்ரோ மீட்டர் என்ற திருகு அளவி என்ற கருவி பயன்படுகிறது.

படம் 9.1 **கம்பி அளவுத் தட்டு**

வட்டமான எஃகுத் தகட்டைச் சுற்றிலும் குறிப்பிட்ட பல்வேறு அளவுள்ள துளைகளும், கடத்தியை நுழைப்பதற்கு ஏற்ப வழியும் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக 36 பள்ளங்கள் வெட்டப்பட்டிருக்கும். தட்டின் விட்டம் 3¾ அங்குலம் (95மி.மீ) என்ற அளவில் இருக்கும். ஒவ்வொரு துளைக்கும் நேராக கதவு எண் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். உல்லைக் கடத்தியை ஒவ்வொரு துளைகளிலும் நுழைத்துப் பார்க்கும் போது, கடத்தியானது எந்தத் துளையில் சரியாகப் பொருந்துகிறதோ, அந்தத் துளையின் அருகில் குறிக்கப்பட்டுள்ள எண்தான் அந்தக் கடத்தியின் கதவு எண் ஆகும். கதவு எண் காண்பதன் மூலம் கடத்தியின் வழியே பாயும் பாதுகாப்பான மின்னோட்டம், ஓரலகு கடத்தியின் மின்தடை மற்றும் எடை ஆகியவற்றை அறியலாம்.

கடத்தியின் விட்டத்தை அளப்பதற்கு திருகு அளவி என்ற மைக்ரோ மீட்டர் அளவைக் கருவி பயன்படுகிறது. கடத்தியின் விட்ட அளவுகளை மேற்கூறிய அளவைக் கருவி மூலம் அறிந்து கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையின் மூலம் கதவு எண் அறிந்து கொள்ளலாம்.

உங்களுக்கு தெரியுமா?

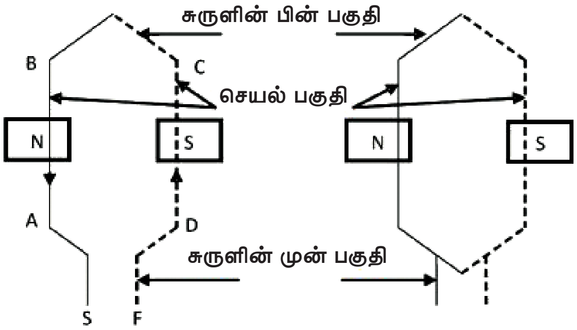


சூரியன் 15 நிமிடங்களில் நமது பூமிக்கு ஒரு முழு ஆண்டுக்கு போதுமான மின் ஆற்றலை உண்டாக்குகிறது.

9.4 சுருள் பற்றிய விளக்கங்கள்

9.4.1 சுருள்கள்

உல்லைக் கடத்தியை ஒரு முழுச்சுற்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுற்றுக்கள் தொடர்ச்சியாக இருக்குமாறு அமைக்கப்படுவதையே சுருள் என்று அழைக்கிறோம். படம் 9.2 இல் காட்டியபடி ஒரு சுருளுக்கு இரண்டு சுருள்பக்கங்கள் இருக்கும்.



படம் 9.2 **சுருளின் அமைப்பு**

9.4.2 சுருளின் செயல் பகுதி

மின்னோடியின் பள்ளங்களில் அமைக்கப்படும் சுருள் பகுதிக்கு ‘செயல் பகுதி’ என்று பெயர். இதற்குக் காரணம் இப்பகுதியில் தான் காந்தப்புலம் அல்லது மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.

BEE_Chapter_09.indd 146 12/27/2019 11:38:01 AM

கதவு எண்	கடத்தியின் தடிமன் அளவு			கதவு எண்	கடத்தியின் தடிமன் அளவு		
	அங்குலம்	மி.மீ	குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு மி.மீ^{2}		அங்குலம்	மி.மீ	குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு மி.மீ^{2}
0	0.324	8.23	53.17	26	0.018	0.457	0.164
1	0.3	7.62	45.6	27	0.016	0.417	0.136
2	0.276	7.01	38.6	28	0.015	0.376	0.111
3	0.252	6.401	32.2	29	0.014	0.345	0.0937
4	0.232	5.893	27.3	30	0.012	0.315	0.0779
5	0.212	5.385	22.8	31	0.012	0.295	0.0682
6	0.192	4.877	18.7	32	0.011	0.274	0.0591
7	0.176	4.47	15.7	33	0.01	0.254	0.0507
8	0.16	4.064	13	34	0.009	0.234	0.0429
9	0.144	3.658	10.5	35	0.008	0.213	0.0357
10	0.128	3.251	8.3	36	0.008	0.193	0.0293
11	0.116	2.946	6.82	37	0.007	0.173	0.0234
12	0.104	2.642	5.48	38	0.006	0.152	0.0182
13	0.092	2.337	4.29	39	0.005	0.132	0.0137
14	0.08	2.032	3.24	40	0.005	0.122	0.0117
15	0.072	1.829	2.63	41	0.004	0.112	0.0098
16	0.064	1.626	2.07	42	0.004	0.102	0.0082
17	0.056	1.422	1.59	43	0.004	0.091	0.0065
18	0.048	1.219	1.17	44	0.003	0.081	0.0636
19	0.04	1.016	0.811	45	0.003	0.071	0.0557
20	0.036	0.914	0.657	46	0.002	0.061	0.0479
21	0.032	0.813	0.519	47	0.002	0.051	0.04
22	0.028	0.711	0.397	48	0.002	0.041	0.0322
23	0.024	0.61	0.292	49	0.001	0.03	0.0236
24	0.022	0.559	0.245	50	0.001	0.025	0.0196
25	0.02	0.508	0.203	BASIS: IS 13730–0–1/IEC 317–0–1			

BEE_Chapter_09.indd 147 12/27/2019 11:38:01 AM

9.4.3 சுருளின் செயலற்ற பகுதி

படம் 9.2 இல் காட்டியுள்ளபடி மின்னோடியின் பள்ளங்களுக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் சுருளின் முன் மற்றும் பின் பகுதிக்கு ‘செயலற்ற பகுதி’ என்ற பெயர். இதனை செயலற்ற பகுதி என்று அழைக்கக் காரணம், இங்கு காந்தப்புலம் மற்றும் மின்னியக்குவிசை எதுவும் தூண்டப்படுவதில்லை என்பதே ஆகும். இதனை ’ஒவர்ஹாங்’ (over hang) பகுதி என்றும் அழைக்கலாம்.

9.4.4 உல்லை

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுருள்களைக் கொண்டு அவைகளுக்குள் முறையான இணைப்பு கொடுக்கப்பட்ட அமைப்புக்கு உல்லை என்று பெயர்.

9.4.5 உல்லை வரைபடம்

உல்லை செய்வதற்குத் தேவையான உல்லை வகை, சுருள் தொகுதிகள், சுருள் தொகுதி இணைப்பு மற்றும் நிலை இணைப்பு (Phase connection) ஆகியவற்றைப் படமாக வரையப்படுவதையே உல்லை வரைபடம் என்கிறோம்.

9.4.6 உல்லை வகைகள்

உல்லை வகைகளை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை,

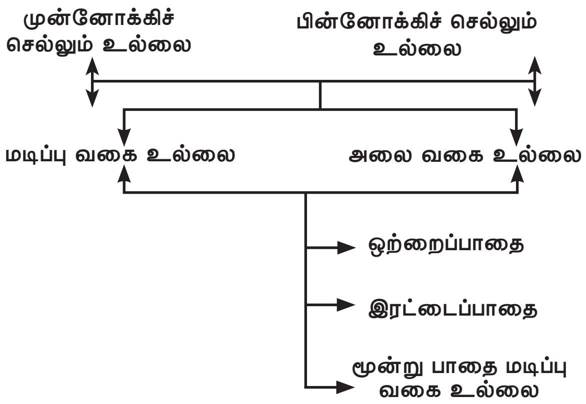
i. நேர்த்திசை மின்சார உல்லைகள்
ii. மாறுதிசை மின்சார உல்லைகள்

9.5 நேர்த்திசை மின்சார உல்லைகள்

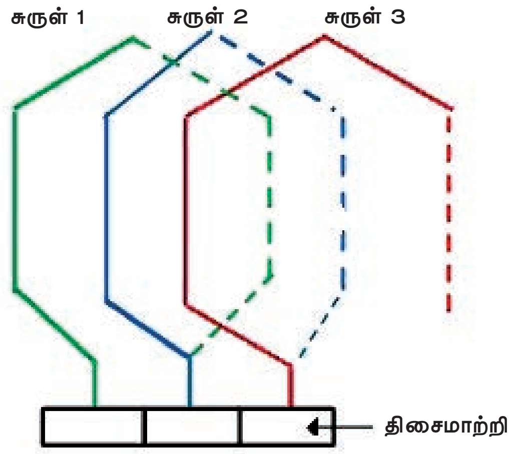
நேர்த்திசை இயந்திரங்களில் செய்யப்படும் உல்லைக்கு நேர்த்திசை மின்சார உல்லை என்று பெயர். இங்கு இரண்டு விதமான உல்லைகள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. அவை,

i. பிரதான துருவத்தில் செய்யப்படும் புலச்சுருள்.
ii. மின்னகத்தில் செய்யப்படும் மின்னக உல்லை.

நேர்திசை மின்னகங்களில் செய்யப்படும் உல்லை வகைகள்.



9.5.1 முன்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை Progressive Winding



படம் 9.3 முன்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை

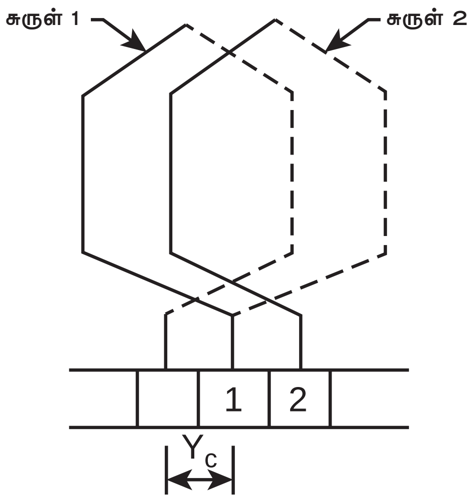
படம் 9.3இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு சுருளின் முடிவு முனையானது அதற்கு வலது புறத்தில் பதிக்கப்பட்டுள்ள சுருளின் ஆரம்ப முனையுடன் இணைக்கப்பட்டு இருப்பின் அவ்வகை உல்லை முன்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை எனப்படும்.

9.5.2 பின்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை Retrogressive Winding

படம் 9.4 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு சுருளின் முடிவு முனையானது, அதற்கு இடது புறத்தில் பதிக்கப்பட்டுள்ள சுருளின் ஆரம்ப

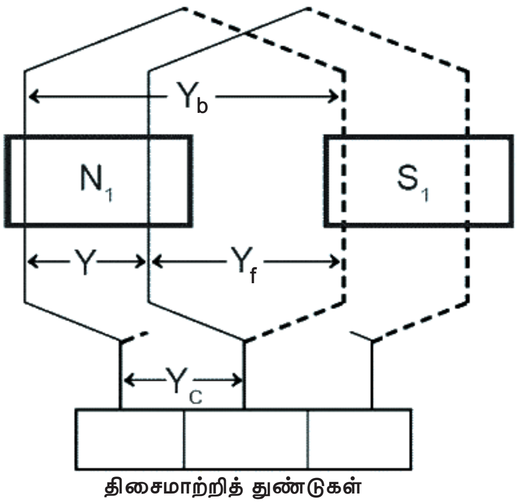
BEE_Chapter_09.indd 148 12/27/2019 11:38:01 AM

முனையுடன் இணைக்கப்பட்டு இருந்தால், அவ்வகை உல்லை பின்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை எனப்படும்.



படம் 9.4 பின்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை

9.5.3 மடிப்பு வகை உல்லை Lap Winding

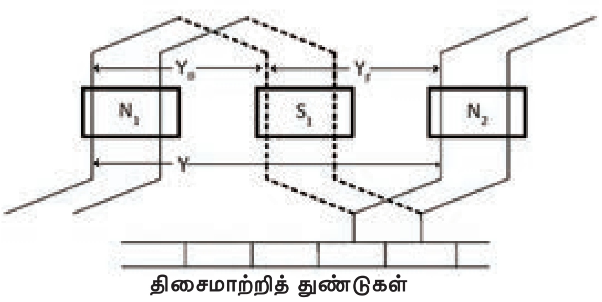


படம் 9.5 மடிப்பு வகை உல்லை

படம் 9.5 இல் காட்டியுள்ளவாறு சுருள்கள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று படிந்து இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட உல்லைக்கு 'மடிப்பு வகை உல்லை' என்று பெயர்.

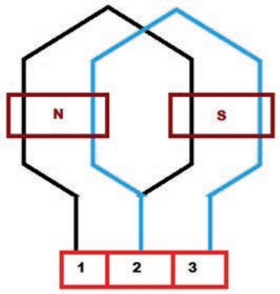
9.5.4 அலை வகை உல்லை Wave Winding

படம் 9.6 இல் காட்டியுள்ளவாறு சுருள்கள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று படிந்து இல்லாமல், அலை வடிவத்தில் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட உல்லைக்கு 'அலை வகை உல்லை' என்று பெயர்.



படம் 9.6 அலை வகை உல்லை

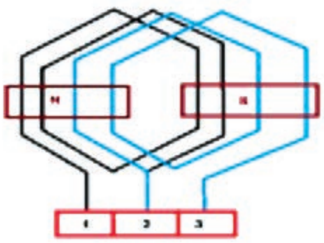
9.5.5 ஒற்றைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை Simplex Lap Winding



படம் 9.7 ஒற்றைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை

படம் 9.7 இல் காட்டியுள்ளபடி முதல் சுருளின் முடிவு முனையானது அடுத்த சுருளின் ஆரம்ப முனையுடன் இணைக்கப்பட்டு இருந்தால், அவ்வகை உல்லைக்கு 'ஒற்றைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை' என்று பெயர். இங்கு ஒரு மின்சுற்று மட்டுமே இருக்கும்.

9.5.6 இரட்டைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை Duplex Lap Winding



படம் 9.8 இரட்டைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை

BEE_Chapter_09.indd 149 12/27/2019 11:38:01 AM

படம் 9.8 இல் காட்டியுள்ளபடி முதல் சுருளின் முடிவு முனையானது, ஒரு சுருள் விட்டு மூன்றாவது சுருளின் ஆரம்ப முனையோடு இணைக்கப்பட்டு இருந்தால், அவ்வகை உல்லை 'இரட்டைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை' எனப்படும். இங்கு இரண்டு மின்சுற்றுக்கள் இருக்கும்.

முதல் மின்சுற்றுக்கான சுருள்கள் – 1,3,5,7……...

இரண்டாவது மின்சுற்றுக்கான சுருள்கள் – 2,4,6,8….

9.5.7 பின்னிடைத் தூரம் Back Pitch – Y_b

ஒரு சுருளின் இரண்டு செயல் பக்கங்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரமே பின்னிடைத் தூரம் ஆகும். இது எப்பொழுதும் ஒற்றைப்படை எண்ணாகவே இருக்கும்.

9.5.8 சுருளிடைத் தூரம் அல்லது காயிலிடைத் தூரம் Winding Pitch or Coil pitch – Y

இரு அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள சுருள்களின் ஆரம்ப முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரமே சுருளிடைத் தூரம் ஆகும். இது எப்பொழுதும் இரட்டைப்படை எண்ணாகவே இருக்கும்.

9.5.9 முன்னிடைத் தூரம் Front pitch – Y_f

திசைமாற்றித் துண்டுகளில் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரு வெவ்வேறு சுருள்களின் முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் முன்னிடைத் தூரம் ஆகும். இதுவும் எப்பொழுதும் ஒற்றைப்படை எண்ணாகவே இருக்கும்.

9.5.10 நேர்த்திசை வகை உல்லை செய்வதற்குத் தேவையான விபரங்கள்

i. சுருள்களின் எண்ணிக்கையை முதலில் கணக்கிட வேண்டும். சுருள்களின் எண்ணிக்கையானது திசைமாற்றித் துண்டுகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும்.

ii. பின்னிடைத் தூரம் (Y_b), சுருளிடைத் தூரம் (Y) மற்றும் முன்னிடைத் தூரம் (Y_f) ஆகியவற்றை, அவைகளுக்குரிய சமன்பாடுகளைக் கொண்டு கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

iii. பின்னிடைத் தூரமும், முன்னிடைத் தூரமும் ஒற்றைப்படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும். சுருளிடைத் தூரம் இரட்டைப்படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும்.

iv. மடிப்பு வகை உல்லைகளுக்கான சமன்பாடுகள்

$$\text{பின்னிடைத் தூரம், } Y_b = \frac{2C}{p} \pm K$$

இங்கு, C – சுருள்களின் எண்ணிக்கை

P – துருவ எண்ணிக்கை

K - என்பது பின்னிடைத் தூரத்தை ஒற்றைப்படை எண்ணாக மாற்றத் தேவையான முழுஎண் அல்லது பின்ன எண் அல்லது தசம எண்.

சுருளிடைத் தூரம் Y = ± 2m

இங்கு 'm' ன் மதிப்பு

ஒற்றைப் பாதை (Simplex) எனில், m = 1

இரட்டைப் பாதை (Duplex) எனில், m = 2

இங்கு '+' குறியீடு என்பது முன்னோக்கிச் செல்லும் உல்லையையும் (Progressive Winding) '-' குறியீடு என்பது பின்னோக்கிச் செல்லும் உல்லையையும் (Retrogressive Winding) குறிக்கும். பொதுவாக அனைத்து இயந்திரங்களிலும் முன்னோக்கிச் செல்லும் உல்லை முறையிலேயே உல்லை செய்யப்படுகிறது.

$$\text{முன்னிடைத் தூரம், } Y_f = Y_b - Y$$

v. அலை வகை உல்லைகளுக்கான சமன்பாடுகள்

$$\text{பின்னிடைத் தூரம், } Y_f = \frac{2C}{P} \pm K$$

BEE_Chapter_09.indd 150 12/27/2019 11:38:02 AM

இங்கும், ‘C’ என்பது சுருள்களின் எண்ணிக்கையையும், ‘P’ என்பது துருவ எண்ணிக்கையையும் குறிக்கும். மேலும் ‘K’ என்பது பின்னிடைத் தூரத்தை ஒற்றைப்படை எண்ணாக மாற்றத் தேவையான முழு எண் அல்லது பின்ன எண் அல்லது தசம எண் ஆகும்.

$$\text{சுருளிடைத் தூரம், } Y = \frac{2C \pm 2m}{P/2}$$

இங்கு,

m = 1 (ஒற்றைப்பாதை)

m = 2 (இரட்டைப்பாதை)

முன்னிடைத் தூரம், $Y_f = Y - Y_b$

மேலும் அலைவகை உல்லையில் பின்னிடைத் தூரமும் முன்னிடைத் தூரமும் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

எனவே, $Y_b = Y_f$

vi. இரட்டை அடுக்கு உல்லைகளுக்கு சுருள் பக்கங்கள் எண்ணிடப்படும் போது, மேலே உள்ள சுருள் பக்கங்களுக்கு ஒற்றைப்படை எண்ணிலும், கீழே உள்ள சுருள் பக்கங்களுக்கு இரட்டைப்படை எண்ணிலும் குறிப்பிட வேண்டும்.

vii. சுருள் பக்கங்களில் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கும் போது, மின்னாக்கி எனில் ஃபிளெமிங்கின் வலக்கை விதிப்படியும், மின்னோடி எனில் ஃபிளெமிங்கின் இடக்கை விதிப்படியும் குறிக்க வேண்டும். மேலும் கீழ் நோக்கி மின்னோட்டம் வரும் சுருள் பக்கங்களை வட துருவமாகவும், மேல் நோக்கி மின்னோட்டம் வரும் சுருள் பக்கங்களை தென் துருவமாகவும் குறிப்பிட வேண்டும்.

viii. தொடுவிகளின் எண்ணிக்கையானது இணைப் பாதைகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்றவாறு இருக்க வேண்டும். எனவே இணைப் பாதைகளின் எண்ணிக்கையானது,மடிப்புவகைஉல்லை எனில் துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகவும், அலை வகை உல்லை எனில் இரண்டிற்குச் சமமாகவும் இருக்கும்.

எனவே,

மடிப்பு வகை உல்லையில்,

தொடுவிகளின் எண்ணிக்கை = துருவங்களின் எண்ணிக்கை

அலை வகை உல்லையில்,

தொடுவிகளின் எண்ணிக்கை = 2

ix. நேர்முனை (+) இணைப்பு கொண்ட தொடுவிக்கு 'A' எனவும், எதிர்முனை (-) இணைப்பு கொண்ட தொடுவிக்கு AA எனவும் குறிக்க வேண்டும். இவ்விரு முனைகளே நேர்திசை இயந்திரத்தின் மின்னக முனைகளாகக் குறிக்கப்படும்.

x. உல்லை வரைபடம் வரையும் போது, மேலே உள்ள சுருள் பக்கங்களைச் சமமான நீளத்தில் செங்குத்துக் கோடுகளாகவும், கீழே உள்ள சுருள் பக்கங்களை அதே நீளத்திற்கு இடைவெளி உள்ள கோடுகளாகவும் வரைய வேண்டும்.

9.5.11 இரட்டை அடுக்கு ஒற்றைப் பாதை மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம்

2 துருவங்கள், 6 பள்ளங்கள், 6 திசைமாற்றி பகுதிகள் கொண்ட நேர்திசை இயந்திரத்தின் மின்னகத்திற்கு இரட்டை அடுக்கு ஒற்றைப்பாதை மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம் வரைக.

தீர்வு

துருவங்களின் எண்ணிக்கை P = 2

பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை S = 6

திசைமாற்றி பகுதிகளின் எண்ணிக்கை = 6

சுருள்களின் எண்ணிக்கை C = திசைமாற்றி பகுதிகளின் எண்ணிக்கை

எனவே, C = 6

$$\text{பின்னிடைத் தூரம், } Y_f = \frac{2C}{P} \pm K$$

BEE_Chapter_09.indd 151 12/27/2019 11:38:02 AM

$$= \frac{2X6}{2} \pm K$$

= 6+1=7 (அல்லது)

= 6-1 = 5

சுருளிடைத் தூரம், $Y = \pm 2m$

இங்கு ஒற்றைப்பாதை என்பதால், m = 1

எனவே, Y = 2 x1 = 2

முன்னிடைத் தூரம், $Y_f = Y_b - Y$

= 7 -2 =5 (அல்லது)

5-2 = 3

இங்கு தேர்வு செய்யப்பட்ட Y_b & Y_f

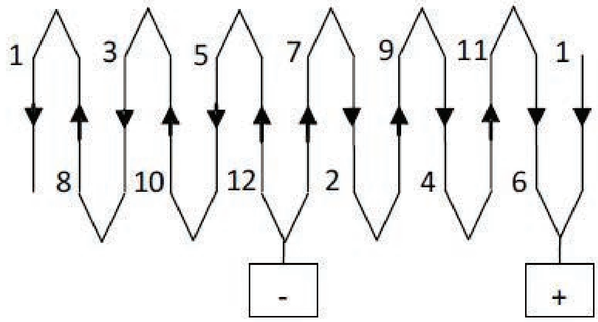
$Y_b = 7$ & $Y_f = 5$

நேர்த்திசை இயந்திரங்களின் மின்னகங்களில் மின்சுற்றானது முதல் சுருள் பக்கத்தில் ஆரம்பித்து மீண்டும் அதிலேயே முடிவதால், இதனை மூடிய வகை உல்லை என்றும் கூறுவர்.

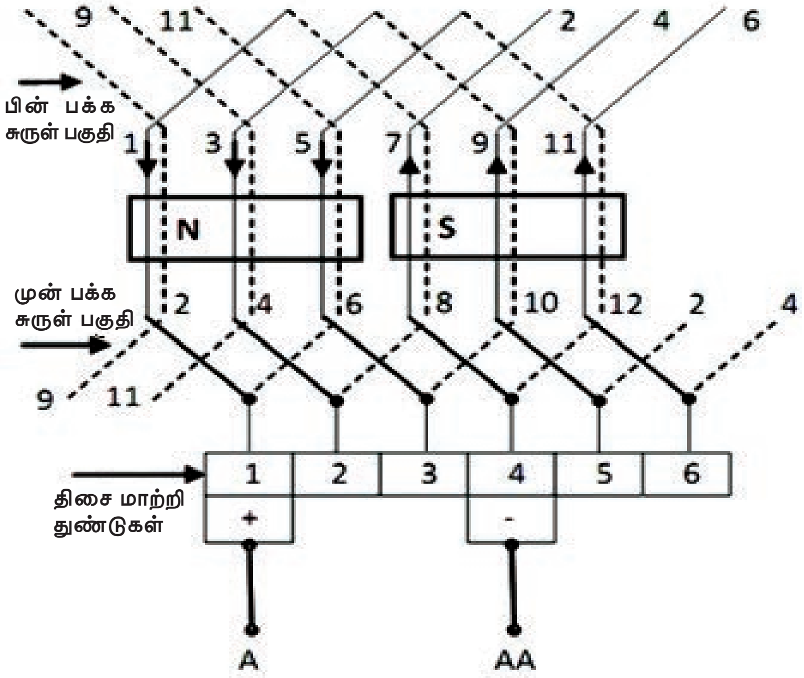
மேலும் மடிப்பு வகை உல்லையில் பின் முனைப் பக்கம் கணக்கிட பின்னிடைத் தூரத்தைக் கூட்டிக் கொள்ளவும், முன் முனைப் பக்கம் கணக்கிட முன்னிடைத் தூரத்தைக் கழித்துக் கொள்ளவும் வேண்டும்.

உல்லை அட்டவணை

வ.எண்	$Y_b = 7$	$Y_f = 5$
1	1	8
2	3	10
3	5	12
4	7	14(2)
5	9	16(4)
6	11	18(6)



படம் 9.9 உல்லை– திசைமாற்றி துண்டுகள் இணைப்பு வரைபடம்



படம் 9.10 2 துருவம் 6 பள்ளம் ஒற்றைப்பாதை மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம்

BEE_Chapter_09.indd 152 12/27/2019 11:38:03 AM

9.5.12 இரட்டை அடுக்கு ஒற்றைப்பாதை அலை வகை உல்லை வரைபடம்

2 துருவங்கள், 6 பள்ளங்கள், 6 திசைமாற்றி பகுதிகள் கொண்ட நேர்த்திசை இயந்திரத்தின் மின்னகத்திற்கு இரட்டை அடுக்கு ஒற்றைப்பாதை அலை வகை உல்லை வரைபடம் வரைக.

தீர்வு

துருவங்களின் எண்ணிக்கை $P = 2$

பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை $S = 6$

திசைமாற்றி பகுதிகளின் எண்ணிக்கை = 6

சுருள்களின் எண்ணிக்கை

C = திசைமாற்றி பகுதிகளின் எண்ணிக்கை

எனவே $C = 6$

பின்னிடைத் தூரம் $Y_b = \frac{2C}{P} \pm K$

$= \frac{2X6}{2} \pm K$

= 6+1= 7 (அல்லது)

$Y_b = 6-1 = 5$

சுருளிடைத் தூரம், $Y = \frac{2C \pm 2m}{P/2}$

ஒற்றைப் பாதை உல்லையில், m = 1

$Y = \frac{2X6 \pm 2X1}{2/2}$

$= 12 \pm 2$

$= 12 + 2 = 14$

(அல்லது) $Y = 12-2 = 10$

முன்னிடைத் தூரம்

$Y_f = Y - Y_b$

மேலும் $Y_f = Y_b$

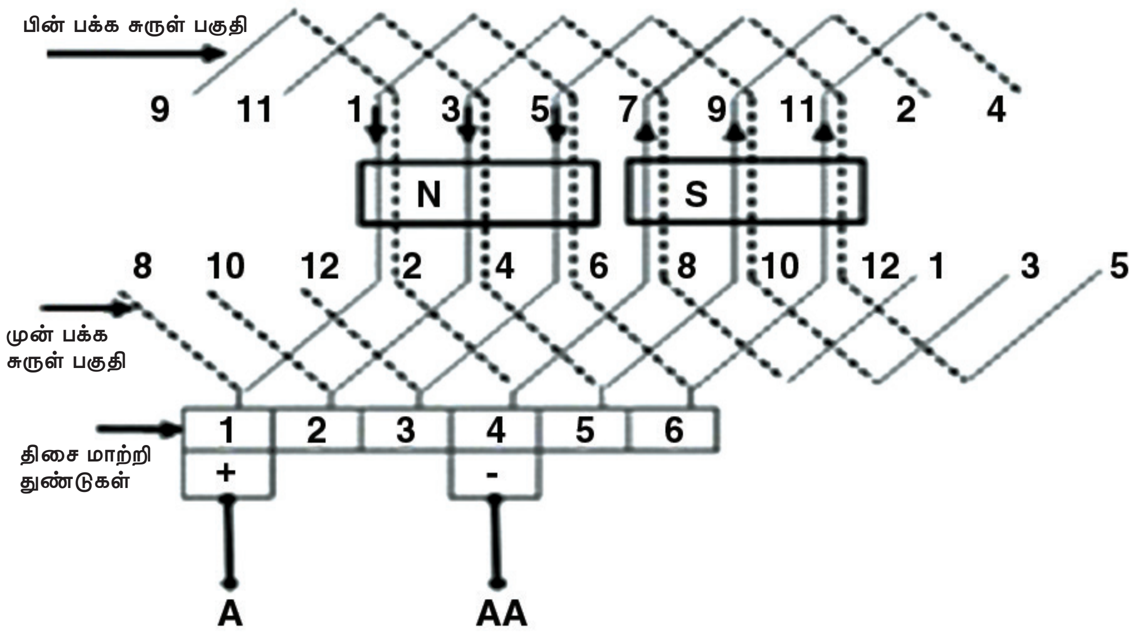
எனவே $Y_f = 14 - 7 = 7$

(அல்லது) $Y_f = 10 - 5 = 5$

இங்கு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட Y_b & Y_f

$Y_b = Y_f = 7$

(அல்லது) $Y_b = Y_f = 5$



படம் 9.11 2 துருவம், 6 பள்ளம், ஒற்றைப் பாதை அலை வகை உல்லை வரைபடம்

BEE_Chapter_09.indd 153 12/27/2019 11:38:03 AM

வ.எண்	$Y_b = 5$	$Y_f = 5$
1	1 – 6	6 – 11
2	11 – 4	4 – 9
3	9 – 2	2 – 7
4	7 – 12	12 – 5
5	5 – 10	10 – 3
6	3 – 8	8 – 1

அலைவகை உல்லையில் பின் முனைப் பக்கம் மற்றும் முன் முனைப் பக்கம் கணக்கிட, பின்னிடைத் தூரத்தையும், முன்னிடைத் தூரத்தையும் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.

VHFV65

9.6 மாறுதிசை மின்சார உல்லைகள்

மாறுதிசை இயந்திரங்களில் செய்யப்படும் உல்லைக்கு 'மாறுதிசை மின்சார உல்லை' என்று பெயர்.

9.6.1 மாறுதிசை மின்சார உல்லை வகைகள்

பொதுவாக மாறுதிசை இயந்திரங்களில் மூன்று வகையான உல்லைகள் பயன்படுகின்றன. அவை,

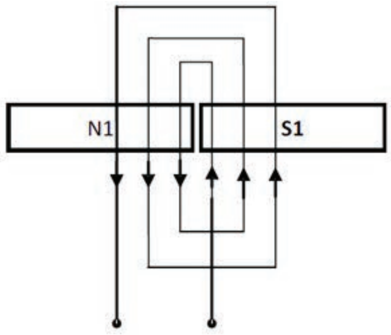
i. மடிப்பு வகை உல்லை (Lap Winding)
ii. அலை வகை உல்லை (Wave Winding)
iii. தன்மைய உல்லை (Concentric Winding)

9.6.2 மடிப்பு வகை மற்றும் அலை வகை உல்லை

மடிப்பு வகை உல்லைகள் பொதுவாக குறைந்த மின்னழுத்தமும், அதிக மின்னோட்டமும் கொண்ட மின் இயந்திரங்களில் பயன்படுகின்றன. ஆனால் அலை வகை உல்லைகள் அதிக மின்னழுத்தமும் குறைந்த மின்னோட்டமும் கொண்ட மின் இயந்திரங்களில் பயன்படுகின்றன.

9.6.3 தன்மைய உல்லை Concentric Winding

ஒரு சுருள் தொகுதியில் எத்தனை சுருள்கள் இருந்தாலும், அவை அனைத்தும் ஒரே மையத்தைக் கொண்டிருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட உல்லைக்கு 'தன்மைய உல்லை' என்று பெயர். இது படம் 9.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9.12 தன்மைய உல்லை

9.6.4 சுருள் தொகுதி

சுருள் தொகுதி என்பது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுருள்களை தொடர்ச்சியாகச் சுற்றப்பட்ட அமைப்பு ஆகும்.

மாறுதிசை உல்லை செய்ய மேற்கொள்ளப்படும் கணக்கீட்டின் போது துருவங்களுக்கான சுருள்கள் கணக்கிடப்படும். மேலும் ஒவ்வொரு துருவத்திலும் மூன்று நிலைகளுக்கான சுருள்கள் இருக்குமாறு கணக்கிடப்படும். இவ்வாறு ஒரு துருவத்தில் உள்ள ஒரு நிலைக்கான சுருள்களை ஒரே தொகுதியாக இருக்குமாறு சுற்றலாம். இதனால் உல்லையில் முனை இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை குறைவதோடு மட்டுமல்லாமல் முனைப் பகுதிகளில் தேவையற்ற குறுக்குச்சுற்று ஏற்படுவதும் தடுக்கப்படுகிறது.

9.6.5 துருவ இடைத் தூரம் Pole Pitch

இரு அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள துருவங்களின் மையப் புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் 'துருவ இடைத் தூரம்' என்கிறோம்.

BEE_Chapter_09.indd 154 12/27/2019 11:38:03 AM

மேலும் இது ஒரு துருவத்திற்கான பள்ளங்களின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கும்.

துருவ இடைத் தூரம் =

$$\frac{\text{பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

9.6.6 சுருளிடைத் தூரம் அல்லது காயிலிடைத் தூரம் Coil Pitch (or) Coil Span

ஒரு சுருளின் இரண்டு செயல் பக்கங்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரமே சுருளிடைத் தூரம் ஆகும்

சுருளிடைத் தூரம் = 1 + துருவ இடைத் தூரம்

9.6.7 முழுச் சுருளிடைத் தூரம் உல்லை Full Pitched Winding

சுருளிடைத் தூரமும் துருவ இடைத் தூரமும் சமமாக இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட உல்லைக்கு முழுச் சுருளிடைத் தூர உல்லை எனப்படும்.

இங்கு இரு சுருள் பக்கங்களுக்கு இடையே 180° மின்னியல் கோணம் இருக்கும்.

9.6.8 பின்ன இடைத் தூர உல்லை Fractional Pitched Winding

சுருளிடைத் தூரம் கணக்கிட துருவ இடைத் தூரத்தின் கணக்கீடு மதிப்பை அப்படியே எடுத்துக் கொள்ளாமல் ஒன்று அல்லது இரண்டு எண்களைக் கூட்டியோ அல்லது குறைத்தோ எடுத்துக் கொண்டால், அவ்வகை உல்லையை பின்ன இடைத்தூர உல்லை என்று அழைக்கிறோம். இங்கு சுருள் பக்கங்களுக்கிடையே உள்ள மின்னியல் கோணம் முறையே 180°யை விட அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்கும். இதில் இருவகைகள் உள்ளன. அவை,

i. குறைச் சுருளிடைத் தூர உல்லை
ii. நீட்டிக்கப்பட்ட சுருளிடைத் தூர உல்லை

9.6.9 சுருளிடைத் தூரக் காரணி Pitch Factor – K_C

சுருளிடைத் தூரத்திற்கும், துருவ இடைத் தூரத்துக்கும் இடையே உள்ள விகிதமே சுருளிடைத் தூரக் காரணி ஆகும், இது ’ K_C’ என்று குறிக்கப்படும்.

சுருளிடைத் தூரக் காரணி,

$$Kc = \frac{\text{சுருளிடைத் தூரம்}}{\text{துருவ இடைத் தூரம்}}$$

$$= \cos\frac{\alpha}{2}$$

இங்கு, α என்பது குறை இடைத் தூரக் கோணம் ஆகும்.

9.6.10 குறைச் சுருளிடைத் தூர உல்லை Short Chorded Winding or Short Pitched Winding

சுருளிடைத் தூரம் கணக்கிட, துருவ இடைத் தூரத்தின் மதிப்பை ஒன்று அல்லது இரண்டு எண்கள் குறைத்து எடுத்துக் கொண்டால் அவ்வகை உல்லையை ‘குறைச் சுருளிடைத் தூர உல்லை’ என்கிறோம். இவ்வாறு குறைக்கப்படும் மதிப்பு துருவ இடைத் தூரத்தின் 1/3 பங்கு அளவை விடக் குறையக் கூடாது. இங்கு சுருளின் இரண்டு பக்கங்களுக்கு இடையே உள்ள மின்னியல் கோணம் 180°ஐ விடக் குறைவாக இருக்கும். அவ்வாறு குறைக்கப்படும் கோணத்தை குறைச் சுருளிடைத் தூரக் கோணம் (α) என்று குறிப்பிடப்படும். இங்கு சுருளிடைத் தூரக் காரணி ஒன்றை விடக் குறைவாக இருக்கும். இந்த நடைமுறை பொதுவாக மின்னோடிகளில் உல்லை செய்யத் தேவைப்படும் கடத்தியின் எடையைக் குறைப்பதற்காக மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

9.6.11 நீட்டிக்கப்பட்ட சுருளிடைத் தூர உல்லை Long chorded Winding

சுருளிடைத் தூரம் கணக்கிட துருவ இடைத் தூரத்தின் மதிப்பை ஒன்று அல்லது இரண்டு எண்கள் அதிகமாக எடுத்துக்

BEE_Chapter_09.indd 155 12/27/2019 11:38:04 AM

கொண்டால், அவ்வகை உல்லையை 'நீட்டிக்கப்பட்ட சுருளிடைத் தூர உல்லை' என்கிறோம். இங்கு சுருளின் இரண்டு பக்கங்களுக்கிடையே உள்ள மின்னியல் கோணம் 180° யை விட அதிகமாக இருக்கும். இங்கு சுருளிடைத் தூரக் காரணி ஒன்றைவிட அதிகமாக இருக்கும். இந்த உல்லை முறை அரிதாகவே பயன்படுகிறது.

9.6.12 ஒற்றை அடுக்கு உல்லை Single Layer Winding

மின்னோடியின் பள்ளங்களில் சுருளின் ஒரு செயற்பக்கம் மட்டும் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட உல்லைக்கு 'ஒற்றை அடுக்கு உல்லை' என்று பெயர். இங்கு சுருள்களின் எண்ணிக்கை பள்ளங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும்.

எனவே ஒற்றை அடுக்கு உல்லையில்,

$$\text{சுருள்களின் எண்ணிக்கை} = \frac{\text{பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{2}$$

9.6.13 இரட்டை அடுக்கு உல்லை Double Layer Winding

மின்னோடியின் பள்ளங்களில் இரு வெவ்வேறு சுருளின் இரண்டு சுருள் பக்கங்கள் இருக்குமாறு அமைக்கப்படும் உல்லைக்கு 'இரட்டை அடுக்கு உல்லை' என்று பெயர். இங்கு சுருள்களின் எண்ணிக்கையானது பள்ளங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே இரட்டை அடுக்கு உல்லையில்,

சுருள்களின் எண்ணிக்கை = பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை

9.6.14 சமநிலை உல்லை Balanced Winding

ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகளில் உள்ள சுருள்கள் அனைத்தும் சமமாக இருப்பின் அதனை 'சமநிலை உல்லை' எனப்படும்.

9.6.15 சமநிலையற்ற உல்லை Unbalanced Winding

ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகள் அனைத்தும் சமமற்ற எண்ணிக்கையில் சுருள்களைக் கொண்டிருந்தால் அவ்வகை உல்லை 'சமநிலையற்ற உல்லை' ஆகும்.

9.6.16 முழுச் சுருள் உல்லை Whole Coil Winding

ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கையானது, துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருப்பின், அவை 'முழுச்சுருள் உல்லை' எனப்படும். மூன்று நிலை மடிப்பு வகை உல்லைகள், ஒரு நிலை தன்மைய உல்லைகள் அனைத்தும் பொதுவாக முழுச்சுருள் உல்லை வகையைச் சேர்ந்தவைகள் ஆகும்.

9.6.17 அரைச்சுருள் உல்லை Half Coil Winding

ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கையானது துருவங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருந்தால் அவை 'அரைச்சுருள் உல்லை' எனப்படும். மூன்று நிலை தன்மைய உல்லையில் இவ்வகை உல்லை முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9.6.18 குவிந்த உல்லை Concentric Winding

ஒரு துருவத்திற்கான சுருள் பக்கத்தை ஒரு பள்ளத்தில் அல்லது ஒரு துருவத்திற்கான சுருளை ஒரே இடத்தில் மொத்தமாக ஒரு சுருளாகக் கொண்டு சுற்றப்பட்ட உல்லையைக் 'குவிந்த உல்லை' என்று அழைக்கிறோம்.

மூன்று நிலை அரைச்சுருள் உல்லை, மாறுதிசை மற்றும் நேர்த்திசை மின்னாக்கிகளில் துருவங்களில் சுற்றப்படும் புலச்சுருள் உல்லை ஆகியவை இவ்வகையைச் சேர்ந்தது.

BEE_Chapter_09.indd 156 12/27/2019 11:38:04 AM

9.6.19 பகிர்ந்த உல்லை
Distributed Winding

ஒரு துருவத்திற்கான சுருள்களை ஒரே இடத்தில் மொத்தமாக ஒரே சுருளாகச் சுற்றாமல், பல சுருள்களாக சுற்றி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பள்ளங்களில் பதித்து உருவாக்கப்படும் உல்லைக்குப் ‘பகிர்ந்த உல்லை’ என்று பெயர். நேர்த்திசை இயந்திரத்தின் மின்னகங்கள் மற்றும் மாறுதிசை மின்னோடிகளின் நிலையி மற்றும் சுழலிகளில் இவ்வகை உல்லை முறை பின்பற்றப்படுகிறது.

உங்களுக்கு தெரியுமா?

உலோக – காற்று மின்கலன்கள் என்பது மிகச் சிறிய மற்றும் எடை குறைவான வகை மின்கலன்களில் ஒன்றாகும். ஆனால் அவை பெரிய வரம்புகளைக் கொண்டிருக்கும். பயன்பாட்டில் இல்லாதபோது, அவை விரைவாக சீர்குலைகின்றன. ஏனெனில், உலோக மின் முனைகள் அரிமானத்தினால் பாதிப்படைகின்றன.

9.6.20 ஒரு நிலை மாறுதிசை தன்மைய உல்லை

மாறுதிசை, 1Φ, 4துருவம், 24 பள்ளங்கள் கொண்ட ஸ்பிலிட் நிலை மின்தேக்கி வகை மின்னோடிகளுக்கான தன்மைய உல்லை வரைபடம் வரைக.

துருவ இடைத் தூரம்

$$= \frac{\text{பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{24}{4} = 6$$

காயிலிடைத் தூரம் = 1 + துருவ இடைதுத் தூரம்

= 1 + 6 = 7 => 1 - 7(முழு இடைத் தூரஉல்லை)

= 1 - 6 (பின்ன இடைத் தூர உல்லை)

ஒரு நிலை தன்மைய உல்லைக்கு காயிலிடைத் தூரம், பின்ன இடைத் தூரமாக இருக்குமாறு எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை =

$$\frac{\text{பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{2}$$

(ஓரடுக்கு உல்லை)

$$= \frac{24}{2} = 12$$

ஒரு துருவத்திற்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / pole)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவ எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{4} = 3$$

ஒரு நிலைக்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / phase)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{நிலை எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{1} = 12$$

ஒரு துருவத்தில் உள்ள ஒரு நிலைக்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / pole / phase)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவம்} \times \text{ஃபேஸ்}}$$

$$= \frac{12}{4 \times 1} = \frac{12}{4} = 3$$

BEE_Chapter_09.indd 157 12/27/2019 11:38:05 AM

மொத்த சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை = துருவ எண்ணிக்கை × நிலை எண்ணிக்கை

$= 4 \times 1 = 4$

ஒரு சுருள் தொகுதியில் உள்ள சுருள்களின்

எண்ணிக்கை (coils / coil group) =

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{மொத்த தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{4} = 3$$

சுருள் அட்டவணை

துருவம் 1	துருவம் 2	துருவம் 3	துருவம் 4
3	3	3	3

9.6.21. 90°க்கான பள்ள எண்ணிக்கை (K) கணக்கீடு

ஒரு பள்ளத்திற்கான அல்லது அடுத்தடுத்த

பள்ளங்களுக்கிடையே உள்ள மின்னியல்

கோணம், $\beta = \frac{P \times 180°}{S}$

$$= \frac{4 \times 180°}{24}$$

$$= \frac{720°}{24}$$

$= 30°$ மி.கோ

90°க்கான பள்ள எண்ணிக்கை (K) = $\frac{90°}{30°} = 3$

எனவே,

துவக்க உல்லை ஆரம்பிக்கும் பள்ளம் = 1வது பள்ளம்

இயக்க உல்லை ஆரம்பிக்கும் பள்ளம் = 1 + K

= 1 + 3

= 4வது பள்ளம்

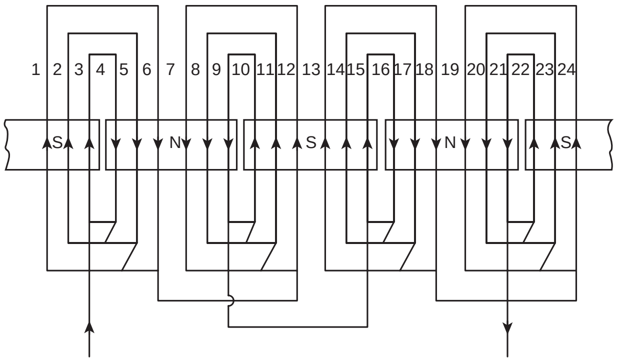
எனவே துவக்க உல்லையை 1வது பள்ளத்திலிருந்தும், இயக்க உல்லையை 4வது பள்ளத்திலிருந்தும் பதிக்க துவங்கவேண்டும்.

துவக்க உல்லை அட்டவணை

துருவம் 1	துருவம் 2	துருவம் 3	துருவம் 4
1–6	7–12	13–18	19–24
2–5	8–11	14–17	20–23
3–4	9–10	15–16	21–22

இயக்க உல்லை அட்டவணை

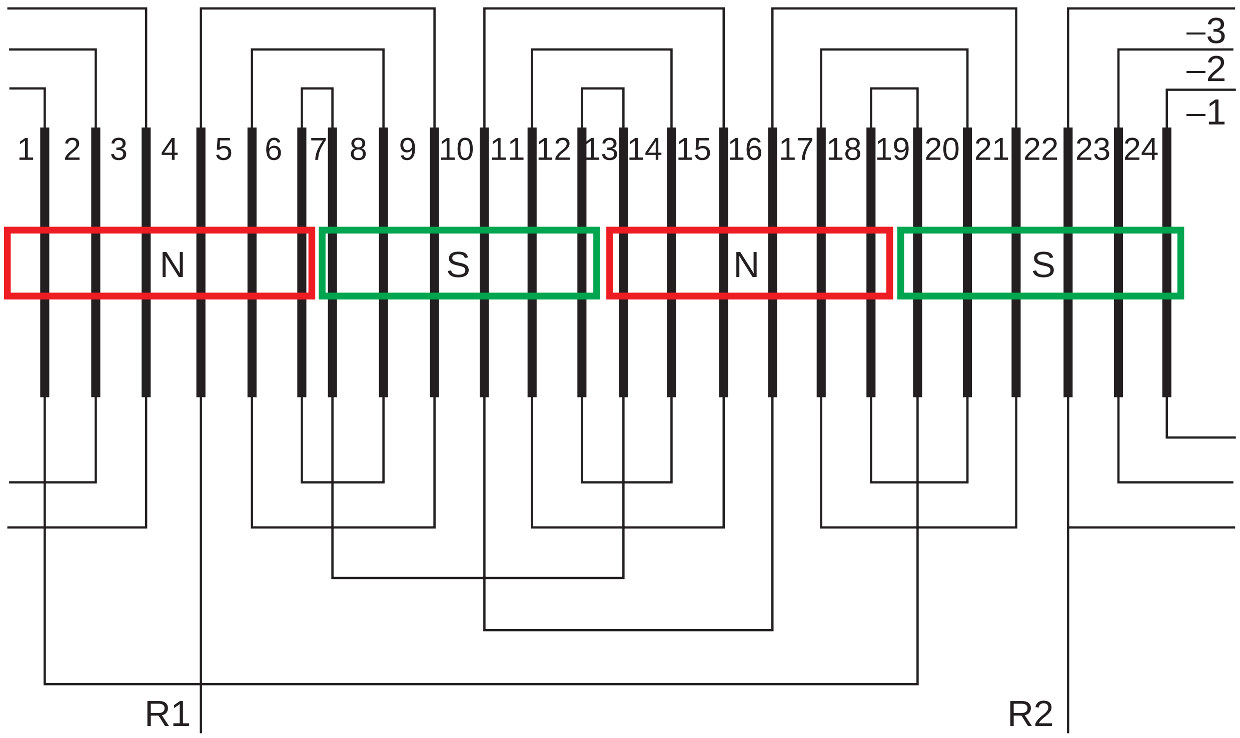
துருவம் 1	துருவம் 2	துருவம் 3	துருவம் 4
4–9	10 –15	16 –21	22 –27(3)
5–8	11 –14	17 –20	23 – 26(2)
6–7	12 –13	18 –19	24 – 25(1)



படம் 9.13 1Φ, 4துருவம், 24 பள்ளங்கள் தன்மைய உல்லை வரைபடம்

BEE_Chapter_09.indd 158 12/27/2019 11:38:06 AM

மாறுதிசை, 14 துருவம், 24 பள்ளங்கள் கொண்ட ஸ்பிலிட் நிலை மின்தேக்கி வகை மின்னோடி இயக்க உல்லை வரைபடம்



படம் 9.14 **இயக்க உல்லை வரைபடம்**

மூன்று நிலை மாறுதிசை ஓரடுக்கு மடிப்பு வகை உல்லை

மாறுதிசை - 3Φ, 4 துருவம், 24 பள்ளங்கள் கொண்ட தூண்டல் மின்னோடிக்கான ஓரடுக்கு மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம் வரைக.

துருவ இடைத் தூரம்

$$= \frac{\text{பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{24}{4} = 6$$

சுருள் இடைத் தூரம் = 1 + துருவ இடைத் தூரம்

= 1+6 = 7 =>1-7

(முழு இடைத் தூரஉல்லை)

= 1-6 (பின்ன இடைத் தூர உல்லை)

ஓரடுக்கு உல்லையில் அடுத்தடுத்து அமையும் சுருள்தான் ஒரு பள்ளம் விட்டு அடுத்த பள்ளத்தில் அமையும். எனவே அனைத்து சுருள்களின் இடது பக்க சுருள் பக்கங்கள் ஒற்றைப்படை எண்ணிலும், வலது பக்க சுருள் பக்கங்கள் இரட்டைப்படை எண்ணிலும் இருக்குமாறு சுருள் இடைத் தூரத்தை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எனவே,

சுருள் இடைத் தூரம் = 1- 8

(அல்லது) = 1 -6

மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{\text{மொத்த பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{2}$$

(ஓரடுக்கு உல்லை)

$$= \frac{24}{2} = 12$$

BEE_Chapter_09.indd 159 12/27/2019 11:38:06 AM

ஒரு துருவத்திற்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / pole)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவ எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{4} = 3$$

ஒரு நிலைக்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / phase)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{நிலை எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{3} = 4$$

ஒரு துருவத்தில் உள்ள ஒரு நிலைக்கான சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / pole / phase)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவம்} \times \text{ஃபேஸ்}}$$

$$= \frac{12}{4 \times 3} = \frac{12}{12} = 1$$

சுருள்கள் / துருவம் / நிலை என்பது முழு எண்ணாக வருவதால், இது ஒரு சமநிலை உல்லை ஆகும்.

மொத்த சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை = துருவ எண்ணிக்கை × நிலை எண்ணிக்கை

$$= 4 \times 3 = 12$$

ஒரு சுருள் தொகுதியில் உள்ள சுருள்களின் எண்ணிக்கை (coils / coil group)

$$= \frac{\text{மொத்த சுருள்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{மொத்த சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{12}{12} = 1$$

சுருள்கள் / சுருள் தொகுதிகள், முழு எண்ணாக வந்தால், அது சமநிலை உல்லை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

சுருள் அட்டவணை

துருவம் 1			துருவம் 2			துருவம் 3			துருவம் 4		
R	Y	B	R	Y	B	R	Y	B	R	Y	B
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

120°க்கான பள்ள எண்ணிக்கை (K – கணக்கீடு)

சமநிலை உல்லை எனில்,

120°க்கான பள்ள எண்ணிக்கை,

$$K = \frac{\text{துருவ இடைத்தூரம்}}{\text{ஃபேஸ்}}$$

$$= \frac{6}{3} = 2$$

எனவே,

'R' நிலை ஆரம்பிக்கும் பள்ளம் = 1வது பள்ளம்

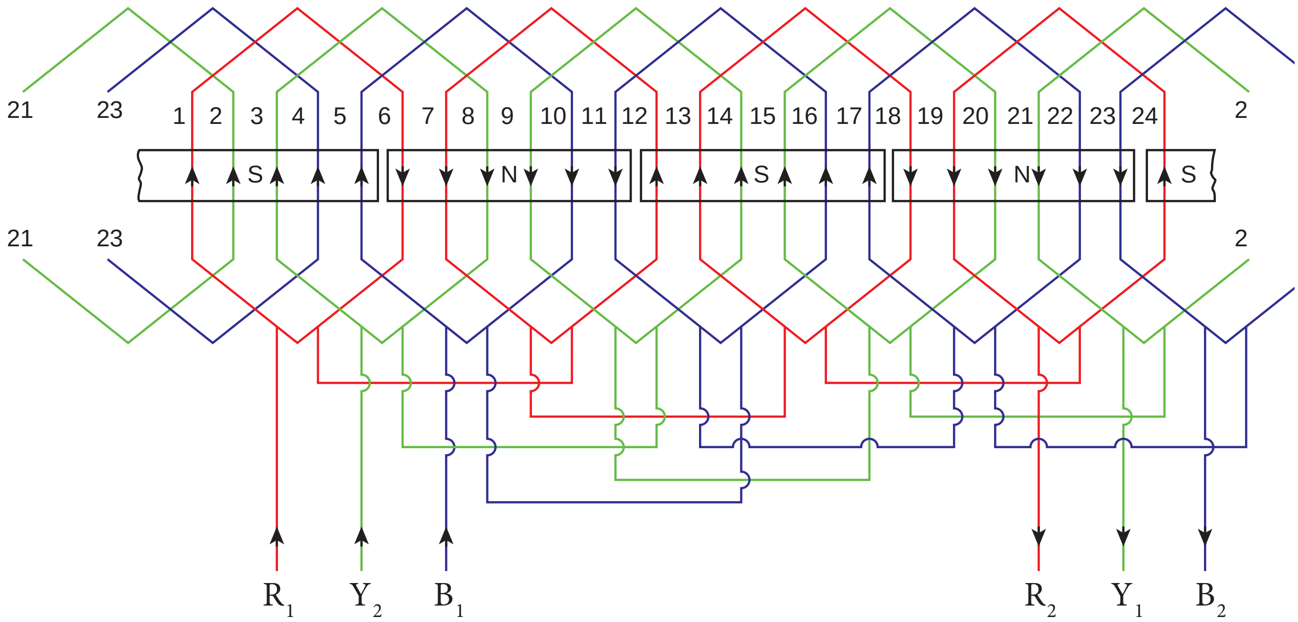
'Y' நிலை ஆரம்பிக்கும் பள்ளம் = 1+ K = 1+2 =3 வது பள்ளம்

'B' நிலை ஆரம்பிக்கும் பள்ளம் = 3+ K = 3+2 =5வது பள்ளம்

உல்லை அட்டவணை

நிலை	துருவங்கள்			
	1	2	3	4
R	1 – 6	7 – 12	13 – 18	19 – 24
Y	3 – 8	9 – 14	15 – 20	21 – 26(2)
B	5 –10	11 –16	17 – 22	23 – 28(4)

BEE_Chapter_09.indd 160 12/27/2019 11:38:07 AM



படம் 9.15 மாறுதிசை – 3Φ, 4 துருவம், 24 பள்ளங்கள் கொண்ட தூண்டல் மின்னோடிக்கான ஓரடுக்கு மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம்

அருஞ்சொற்பொருள்

கதவு எண்	–	Gauge Number
உல்லைச் சுருள்	–	Winding Coil
நிலை	–	Phase
நிலையி	–	Stator
சுழலி	–	Rotor
மின்னகம்	–	Armature

மதிப்பீடு

WRRJ8G

பகுதி – அ

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக. **(1 மதிப்பெண்)**

1. மின்னோடிகளுக்கு இதயம் போன்ற பாகம்
   அ) நிலையி
   ஆ) சுழலி
   இ) உல்லை
   ஈ) தாங்கிகள்

2. சிறந்த மின்கடத்திக்குத் தேவையான அடிப்படை குணம்
   அ) குறைந்த மின்தடை
   ஆ) அதிக இயந்திர வலிமை
   இ) சிறந்த பற்றவைப்புத் தன்மை
   ஈ) அதிக மின்காப்பு வலிமை

BEE_Chapter_09.indd 161 12/27/2019 11:38:07 AM

3. கடத்தி கதவு தகட்டின் விட்டம்
   அ) 3 ¼ அங்குலம்
   ஆ) 3 ½ அங்குலம்
   இ) 3 ¾ அங்குலம்
   ஈ) 4 ¾ அங்குலம்

4. கடத்தியின் விட்டத்தை அளக்கப் பயன்படும் கருவி
   அ) கதவுத் தட்டு
   ஆ) ஃபீலர் கேஜ்
   இ) டயல் கேஜ்
   ஈ) திருகு அளவி

5. திரவ வடிவ மின்காப்புப் பொருளுக்கு உதாரணம்
   அ) கல்நார்
   ஆ) வார்னிஷ்
   இ) கண்ணாடி
   ஈ) பாதரசம்

6. நேர்த்திசை இயந்திரங்களில் சுழலும் பாகத்தில் அமைக்கப்படும் உல்லை
   அ) பிரதான புல உல்லை
   ஆ) மின்னக உல்லை
   இ) இடைத் துருவ உல்லை
   ஈ) காம்பென்சேட்டிங் உல்லை

7. மூடிய வகை பள்ளங்கள் பயன்படுத்தப்படும் இடம்
   அ) சிறிய வகை மின்னோடிகளின் நிலையிகளில்
   ஆ) நடுத்தர வகை மின்னோடிகளின் நிலையிகளில்
   இ) அணில்கூடு தூண்டல் மின்னோடிகளின் நிலையிகளில்
   ஈ) அணில் கூடு தூண்டல் மின்னோடிகளின் சுழலிகளில்

8. பின்னிடைத் தூரத்தின் மதிப்பு
   அ) ஒற்றைப் படை எண்
   ஆ) இரட்டைப் படை எண்
   இ) பின்ன எண்
   ஈ) தசம எண்

9. ஒற்றைப் பாதை உல்லைகளின் 'm'–ன் மதிப்பு
   அ) 1
   ஆ) 2
   இ) 3
   ஈ) 4

10. நேர்திசை இயந்திரம் மின்னோடியாக இயங்கினால், மின்னக உல்லையில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் காண உதவும் விதி
   அ) ஃபிளமிங்கின் வலக்கை விதி
   ஆ) முனை விதி
   இ) ஃபிளமிங்கின் இடக்கை விதி
   ஈ) ஓம் விதி

11. நேர்திசை மடிப்பு வகை உல்லைகளில் இணைப் பாதைகளின் எண்ணிக்கை
   அ) P/2
   ஆ) P
   இ) 2P
   ஈ) 2

12. நேர்த்திசை அலை வகை உல்லைகளில் இணைப் பாதைகளின் எண்ணிக்கை
   அ) P
   ஆ) 2P
   இ) P/2
   ஈ) 2

13. நேர்த்திசை உல்லைகளில் தொடுவிகளின் எண்ணிக்கையானது
   அ) இணைப் பாதைகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்
   ஆ) பள்ளங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்

BEE_Chapter_09.indd 162 12/27/2019 11:38:07 AM

இ) பள்ளங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமம்

ஈ) துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்

14. நேர்த்திசை உல்லையில், ஒரு சுருளின் இரு செயற் பக்கங்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரம்
அ) முன்னிடைத் தூரம்
ஆ) சுருளிடைத் தூரம்
இ) பின்னிடைத் தூரம்
ஈ) பின்ன இடைத் தூரம்

15. இரு அடுத்தடுத்த சுருள்களின் ஆரம்ப முனைகளுக்கான இடைப்பட்ட தூரம்
அ) முன்னிடைத் தூரம்
ஆ) பின்னிடைத் தூரம்
இ) சுருளிடைத் தூரம்
ஈ) துருவ இடைத் தூரம்

16. நேர்த்திசை மின்னகங்களில் செய்யப்படும் உல்லை
அ) பிரதான புல உல்லை
ஆ) இடைத் துருவ உல்லை
இ) திறந்த வகை உல்லை
ஈ) மூடிய வகை உல்லை

17. துருவ இடைத் தூரம் என்பது
அ) ஒரு துருவத்திற்கான பள்ள எண்ணிக்கை
ஆ) ஒரு நிலைக்கான பள்ள எண்ணிக்கை
இ) ஒரு துருவத்தில் உள்ள ஒரு நிலைக்கான பள்ள எண்ணிக்கை
ஈ) பள்ளங்களின் பாதி எண்ணிக்கை

18. முழு சுருளிடைத் தூர உல்லையில் ஒரு சுருளின் இரு பக்கங்களுக்கிடையே உள்ள மின்னியல் கோணம்
அ) 60°
ஆ) 12°
இ) 180°
ஈ) 360°

19. ஒற்றை அடுக்கு உல்லையில் சுருள்களின் எண்ணிக்கை
அ) பள்ளங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமம்
ஆ) பள்ளங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்
இ) துருவங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமம்
ஈ) துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்.

20. சுருள்களின் எண்ணிக்கையானது பள்ளங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருப்பின், அவ்வகை உல்லை
அ) ஒற்றைப் பள்ள உல்லை
ஆ) இரட்டைப் பள்ள உல்லை
இ) ஒற்றை அடுக்கு உல்லை
ஈ) ஈரடுக்கு உல்லை

21. ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகள் அனைத்திலும் சமமற்ற எண்ணிக்கையில் சுருள்கள் இருந்தால், அவ்வகை உல்லை
அ) அரைச்சுருள் உல்லை
ஆ) முழுச்சுருள் உல்லை
இ) சமநிலையற்ற உல்லை
ஈ) சமநிலை உல்லை

BEE_Chapter_09.indd 163 12/27/2019 11:38:07 AM

22. முழுச்சுருள் உல்லையில் ஒரு நிலைக்கான சுருள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை

அ) துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்.

ஆ) துருவங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமம்.

இ) பள்ளங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம்.

ஈ) பள்ளங்களின் பாதி எண்ணிக்கைக்குச் சமம்.

பகுதி – ஆ

சுருக்கமாக விடையளிக்கவும். **(3 மதிப்பெண்கள்)**

1. மின்னோடிகளில் உல்லை அமைக்கப்படுவதன் தேவை என்ன?
2. மின்கடத்தி என்றால் என்ன?
3. உல்லைக் கடத்திகளின் அளவைக் குறிப்பிடும் முறையையும், அளவைக் காண உதவும் கருவிகளையும் கூறுக.
4. ஒரு சுற்றுச் சுருளின் படம் வரைந்து பாகங்களை விளக்குக.
5. மடிப்பு வகை உல்லை என்றால் என்ன?
6. மாறுதிசை இயந்திரங்களில் செய்யப்படும் மூன்று முக்கிய உல்லைகள் யாவை?
7. தன்மைய உல்லை என்றால் என்ன?
8. துருவ இடைத் தூரம் என்றால் என்ன?
9. சுருளிடைத் தூரக் காரணியை வரையறு.
10. முழுச்சுருள் உல்லை என்றால் என்ன?

பகுதி – இ

ஒரு பக்க அளவில் விடையளிக்கவும் **(5 மதிப்பெண்கள்)**

1. கதவு தகட்டின் படம் வரைந்து, அதன் மூலம் உல்லைக் கடத்திகளின் கதவு எண் காணும் முறையை விளக்குக.
2. நேர்த்திசை மின்னக உல்லைகளில் உள்ள பல்வேறு இடைத் தூரங்களை விளக்குக.
3. மாறுதிசை உல்லைகளில் சுருள் மற்றும் சுருள் தொகுதி கணக்கீடு முறைகளை விளக்குக.

BEE_Chapter_09.indd 164 12/27/2019 11:38:07 AM

பகுதி – ஈ

இரு பக்க அளவில் விடையளிக்கவும். **(10 மதிப்பெண்கள்)**

1. 2 துருவம், 6 பள்ளங்கள் மற்றும் 6 திசை மாற்றி பகுதிகள் கொண்ட நேர்திசை இயந்திரத்திற்கு ஒற்றைப் பாதை இரட்டை அடுக்கு மடிப்பு வகை உல்லை வரைபடம் வரைக. தொடுவிகளின் அமைவிடத்தையும் குறிக்கவும்.

2. 2 துருவம், 6 பள்ளங்கள் மற்றும் 6 திசை மாற்றி பகுதிகள் கொண்ட நேர்திசை இயந்திரத்திற்கான ஒற்றைப்பாதை அலைவகை உல்லை வரைபடம் வரைக. தொடுவிகளின் அமைவிடத்தையும் குறிக்கவும்.

3. 4 துருவம், 24 பள்ளங்கள் கொண்ட மூன்று நிலை மாறுதிசை தூண்டல் மின்னோடியில் ஓரடுக்கு மடிப்பு வகை உல்லை சுற்றுவதற்கான கணக்கீடு செய்து உல்லை அட்டவணையைத் தயார் செய்க.

குறிப்புரை நூல் (Reference Book)

1. A text book of 'Electrical Technology' Volume–III B.L.Theraja and A.K.Theraja, S.Chand & Company Ltd.

இணையதள முகவரி (Reference Internet Source)

1. http://www.wikipedia.org
2. https://www.electrical4u.com

BEE_Chapter_09.indd 165 12/27/2019 11:38:08 AM