

S. MAHLER



Licht
en
Kracht
schakelingen

Æ.E.Kluwer / Deventer - Antwerpen

Licht- en
Kracht-
schakelingen

S. Mahler

Licht- en Krachtschakelingen

Bewerkt door

G. B. NAHUIS

9e druk



N.V. Uitgeversmaatschappij A. E. Kluwer

Deventer - Antwerpen

LET OP!

Dit boekje stamt uit 1967.

In de tekst komt op zeer veel plaatsen de oude ader kleurcodering ter sprake, dat is groen voor de fase stroomdraad en rood voor de nul draad.

Tegenwoordig is afgesproken dat de fasedraad bruin is en de nul blauw. De aardedraad was toen grijs, nu is die geel-groen.

Als service technicus ben ik wel eens (fabriekshal-) meterkast installaties tegengekomen waarin na ombouw van de oude installatie rood als gevaarlijk en groen als veilig geïnterpreteerd waren. Precies foutief andersom dus!

Hou er terdege rekening mee met dit kleurverschil bij het toepassen van de info uit dit zakboekje. Mede hierdoor is de scan juist NIET in kleur gedaan!

De bewerker, scanner en grafisch editor,
PE1ABR

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgeefster.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

VOORBERICHT BIJ DE ACHTSTE DRUK

In deze druk zijn enkele schakelingen vervangen door meer gebruikelijke en is bovendien het aantal krachtschakelingen nog iets uitgebreid.

Bij de samenstelling is thans rekening gehouden met het normblad NEN 2052. Het steeds veelvuldiger gebruik dat van het boekje wordt gemaakt bewijst dat wij op de goede weg zijn.

Wij blijven gebruikers, als in het verleden, erkentelijk voor hun opmerkingen en suggesties.

Amsterdam }
Zwolle } augustus 1965.

W. van Dam
G. B. Nahuis

VOORBERICHT BIJ DE NEGENDE DRUK

Deze druk is noodzakelijk door de steeds grotere vraag naar dit boekje, wel een bewijs dat het in brede kringen in een behoefte voorziet.

Het aantal krachtschakelingen is uitgebreid met schema's op het gebied van aardsluitbeveiliging en gelijkrichters.

De opmerkingen en suggesties die wij van de gebruikers mochten ontvangen, zijn zoveel mogelijk in deze druk verwerkt.

Aan allen die ons hun opmerkingen, ten aanzien van deze druk deden toekomen, betuigen wij onze grote erkentelijkheid.

Moge ook deze druk zich in een steeds groter wordende belangstelling verheugen gelijk de voorgaande.

Door het overlijden van mijn geachte collega de heer W. van Dam is deze druk geheel door mij bijgewerkt.

Zwolle, oktober 1967.

G. B. Nahuis

INHOUD

LICHTSCHAKELINGEN

Inleiding	15
Schakelaars	
1. Enkelpolige draaischakelaar	16
1a. Enkelpolige wip- of tuimelschakelaar	16
2. Dubbelpolige draaischakelaar	16
2a. Dubbelpolige wip- of tuimelschakelaar	16
3. Driepolige draaischakelaar	18
3a. Driepolige wip- of tuimelschakelaar	18
4. Groep-draaischakelaar	18
5. Serieschakelaar	20
5a. Serie wip- of tuimelschakelaar	20
6. Wisselschakelaar	22
6a. Wissel wip- of tuimelschakelaar	22
7. Kruisschakelaar	24
7a. Kruis wip- of tuimelschakelaar	24
8. Serie-parallelschakelaar	24
Schakelingen	
1. Enkelpolige schakeling	26
2. Dubbelpolige schakeling	26
3. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar (I)	28
4. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar (II)	28
5. Enkelpolige schakeling met wandcontactdoos	28
6. Serieschakeling	28
7. Enkelpolige schakeling met serieschakelaar	30
8. Enkelpolige schakeling met wisselschakelaar	30
9. Enkelpolige schakeling met kruisschakelaar	30
10. Poolomschakeling met kruisschakelaar	30
11. Driepolige schakeling	32
12. Vierpolige schakeling	32
13. Wisselschakeling (I)	34

14. Wisselschakeling (II)	36
15. Wisselschakeling (III)	38
16. Wisselschakeling met kruisschakelaars	38
17. Kruisschakeling	40
18. Wissel-serieschakeling	42
19. Schemerschakeling met draaischakelaar	44
19a. Schemerschakeling met wipchakelaar	44
20. Licht-donkerschakeling (I)	46
21. Licht-donkerschakeling (II)	48
22. Licht-donkerschakeling (III)	50
23. Slaapkamerschakeling	52
24. Eet- of studeerkamerschakeling	54
25. Kelderschakeling (I)	56
26. Kelderschakeling (II)	58
27. Kelderschakeling (III)	60
28. Zaaischakeling	62
29. Donkere-kamerschakeling	64
30. Bankschakeling	66
31. Alarmschakeling	68
32. Nachtwakerschakeling	70
33. Controleschakeling	72
34. Trapphuisautomaat	74
35. Verduisteringschakeling	76
36. Schakelklok met elektromagnetische schakelaar	78
37. Elektrische nachtverlichting voor hotels	80
38. Noodverlichtingsinstallatie voor feestgebouwen	82
39. Omschakeling van draaistroom- op gelijkstroomnet	86
40. Kookplaat met enkelpolige regelschakelaar	88
41. Kookplaat met dubbelpolige regelschakelaar	88
42. Serie-parallelschakelaar voor elektrisch fornuis	90
43. Schakelingen van fluorescentielampen voor lage spanning	92
44. Aansluiting van fluorescentielamp op 225 V wisselstroom	94
45. Aansluiting van fluorescentielamp op 220 V gelijkstroom	94
46. Schakeling van fluorescentielamp op 125 V wisselspanning met spaar-lektransformator voorzien van	

compensatiewikkeling	96
47. Serie- of tandenschakeling van fluorescentielampen	96
48. Schakeling voor TLM-lamp zonder starter	98
49. Duoschakeling van fluorescentielampen	98

KRACHTSCHAKELINGEN

Inleiding	101
---------------------	-----

Gelijkstroomapparaten

1. Smeltveiligheden en schakelaars	102
2a. Veldregelaar shunt dynamo	104
2b. Veldregelaar seriedynamo	104
3a. Aanzetter shuntmotor	106
3b. Aanzetter seriemotor	106
4a. Aanzet-omkeerweerstand voor seriemotor	108
4b. Aanzet-omkeerweerstand voor shuntmotor	108
5a. Aanzetter-toerenregelaar voor shuntmotor	110
5b. Aanzetter-toerenregelaar voor seriemotor	110
5c. Walscontroller	110
6. Meetinstrumenten	112

Gelijkstroomschakelingen

1. Shunt dynamo	114
2. Seriedynamo	116
3. Compounddynamo (korte compound)	118
4. Compounddynamo (lange compound)	120
5. Parallelschakeling van shunt dynamo's	122
6. Parallelschakeling van compounddynamo's (lange compound)	124
7. Shunt dynamo en accumulatorenbatterij	126
8. Shunt dynamo, opjager en accumulatorenbatterij	128
9. Drieleidersysteem	130
10. Drieleidersysteem en accumulatorenbatterij	132
11. Shuntmotor	134
12. Seriemotor	136
13. Compoundmotor	138
14. Aanzetter-toerenregelaars	140
15. Aanzetwals voor shuntmotor	142

16. Aanzetwals voor seriemotor	144
17. Omkeer-aanzetwals voor shuntmotor	146
18. Omkeer-aanzetwals voor seriemotor	148
19. Omkeer-aanzetwals voor compoundmotor	150
20. Hijs-strijkremcontroller voor seriemotor	152
21. Aanzetweerstand met maximumstroom- en nulspanningsbeveiliging	154
22. Aanzetter met el.magn. bediening voorzien van maximumstroom- en nulspanningsbeveiliging	156
23. Ward-leonardschakeling (I)	158
24. Ward-leonardschakeling (II)	160
25. Mee- en tegenschakeling	162
26. Omkeer-regelweerstand voor ward-leonard- en mee-tegenschakeling	164
27. Het schakelen van gelijkrichters	166
28. Gelijkrichter met enkelfasige halve-golfgelijkrichting	168
29. Gelijkrichter met enkelfasige hele-golfgelijkrichting	170
30. Gelijkrichter met enkelfasige hele-golfgelijkrichting (Graetz- of brugschakeling)	172
31. Draaistroomgelijkrichter met sterschakeling en uitgevoerd sterpunt	174
32. Draaistroomgelijkrichter met dubbel-sterschakeling en uitgevoerd sterpunt	176
33. Draaistroomgelijkrichter met sterschakeling zonder uitgevoerd sterpunt (Graetz- of brugschakeling)	178
34. Draaistroomgelijkrichter met dubbel-sterschakeling, uitgevoerd sterpunt en zuigsmoorspoel	180
35. Bestuurde gelijkrichters (Thyratrons)	182
36. Bestuurde gelijkrichters (Thyristors)	186
37. Draaistroom-kwikdampgelijkrichter met regeltransformator	190
38. Draaistroom-kwikdampgelijkrichter met roosterbesturing	192

Wissel- en draaistroomapparatuur

1. Driepolige schakelaar	194
2. Omkeerschakeling	194

3. Walsschakelaars (I)	196
4. Walsschakelaars (II)	196
5a. Walscontroller (I)	198
5b. Walscontroller (II)	200
6. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische maximumbeveiliging	202
7. Driepolige schakelaar met tweepolige thermische maximumbeveiliging	202
8. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische maximumstroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging	202
8a. Driepolige schakelaar met vergrendelde tweepolige nulspanningsbeveiliging	204
9. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische en tweepolige thermische max.stroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging	204
10. Driepolige schakelaar met elektromagnetische bediening	206
11. Driepolige schakelaar met elektromagnetische bediening, driepolige thermische maximumstroombeveiliging en voorzien van hulpcontacten	206
12. Aansluiting van meetinstrumenten in draaistroomnet zonder en met nulleider	208
13. Aansluiting van kWh-meter in draaistroomnet met nulleider	208
14. Aansluiting van een voltmeteromschakelaar in een draaistroomnet	210
15. Aansluiting van meetinstrumenten op een wisselstroomhoogspanningsnet	210
16. Aansluiting van een ampèremeteromschakelaar op een draaistroomnet	212
17. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet zonder nulleider	212
18. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet met nulleider	212

Wissel- en draaistroomschakelingen

1. Wisselstroomgenerator	214
------------------------------------	-----

2. Synchroniseerinrichtingen	216	21a. Afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor	262
3. Parallelschakeling van draaistroomgeneratoren voor lage spanning	218	22. Draaistroomsleepringmotor met elektromagnetische schakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging	266
4. Draaistroomgenerator voor hoge spanning	220	23. Draaistroommotor met poolomschakeling en gescheiden wikkelingen, elektromagnetische poolomschakelaar en driepolige thermische maximumbeveiliging	272
5. Wisselstroomseriemotor	222	24. Dahlanderschakeling	276
6. Repulsiemotor	224	25. Draaistroommotor met poolomschakeling in dahlanderschakeling, elektromagnetische poolomschakelaar en driepolige thermische maximumbeveiliging	278
7. Derimotor	226	26. Draaistroommotor in kleine goederenliftinstallatie	282
8. Een-fasemotor met kortgesloten rotor en aanloopwikkeling met condensator	228	27. Strijkrem-hijscontroller voor draaistroommotor met sleepringrotor en aanzetweerstand	284
9. Een-fasemotor met kortgesloten rotor	230	28. Schakeling voor luchtverversing	288
10. Kleine draaistroommotor met kooirotor	232	29. Nokkenslijfomkeercontroller voor draaistroommotor met sleepringrotor en aanzetweerstand	290
11. Draaistroommotor met omkeerschakelaar	234	30. Strijkrem-hijs-nokkenslijfcontroller voor draaistroom met een 2-motorenschakeling	292
12. Klemendoorverbinding bij ster- en driehoekschakeling	234	31. Het schakelen van draaistroommotoren als één-fasemotor	295
13. Draaistroommotor met ster-driehoekschakelaar	236	32. Draaistroommotor in driehoekschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul	296
14. Draaistroommotor met thermische en magnetische maximumbeveiliging	238	33. Draaistroommotor in sterschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul	298
15. Afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor	240	34. Draaistroommotor in halve sterschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul	298
15a. Afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor	242	35. Veiligheidsaarding door aardelektrode	300
16. Draaistroommotor met sleepringrotor en rotoraanzetweerstand	244	36. Veiligheidsaarding door het waterleidingnet	302
17. Draaistroommotor met kooirotor en aanzettransformator	246	37. Gestelsluitingsschakelaars met hulpaarde	304
18. Draaistroommotor met rotoraanzet- en regelweerstand en driepolige elektromagnetische schakelaar voorzien van maximumstroom- en nulspanningsbeveiliging	248	38. Gestelsluitingsschakelaar met hulpaarde en hoofd-aarde	306
19. Omkeercontroller voor draaistroommotor met sleepringrotor en aanzetweerstand	250	39. Differentiaalstroombeveiliging voor één-fasemotor	308
20. Afstand-ster-driehoek-schakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor	252	40. Differentiaalstroombeveiliging voor draaistroommotor	310
21. Afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor	256		
Toelichting bij het volgordediagram	258-260		

LICHTSCHAKELINGEN

INLEIDING

In alle hierna volgende stroomkringschema's van lichtschakelingen zijn, overeenkomstig de in de meeste provincies geldende installatievoorschriften omtrent de kleur van vinyl- en rubberaderdraden, de stroomdraden van een tweeleidergroep met de kleuren groen en rood aangegeven. Wanneer van een tweeleidergroep één draad de zgn. nuldraad is, dan moet deze laatste volgens de Veiligheidsvoorschriften voor laagspanningsinstallaties NEN 1010 de rode draad zijn. Ook aftakkingen op de rode of groene draad van de tweeleidergroep moeten een overeenkomstige kleur bezitten en zijn in de hierna volgende schema's zodanig aangegeven.

Aarddraden moeten volgens NEN 1010 een grijze of witte kleur bezitten. Alle overige draden moeten een zwarte of andere kleur bezitten, mits niet rood, groen of grijs; in de hierna volgende schema's zijn deze draden zwart aangegeven.

Behoudens een enkele uitzondering mogen enkelpolige schakelaars niet zijn opgenomen in de draad met rode kleur.

In het vervolg zal de groene stroomdraad zonder meer **stroomdraad**, de rode stroomdraad **nuldraad**, een draad tussen lamp en schakelaar **lampdraad** en draden tussen schakelaars onderling **wisseldraden** worden genoemd.

Naast elk stroomkringschema zal, op enkele uitzonderingen na, het in de praktijk gebruikelijke grondschema of installatieschema worden aangegeven waarbij van genormaliseerde symbolen gebruik is gemaakt.

SCHAKELAARS

1. Enkelpolige draaischakelaar

Met behulp van een enkelpolige draaischakelaar kan een lamp of lampengroep enkelpolig worden in- en uitgeschakeld. De schakelaar wordt in de groene stroomdraad opgenomen.

Bij A staat de schakelaar **uit**.

Bij B staat de schakelaar **in**.

Bij C vindt men de enkelpolige schakelaar symbolisch aangegeven. Volgens C wordt de schakelaar in een installatieschema of installatietekening afgebeeld.

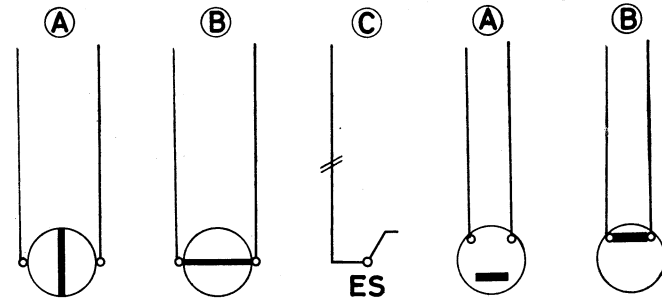


Fig. 1

Fig. 1a

1a. Enkelpolige wip- of tuimelschakelaar

Bij A staat de schakelaar **uit**.

Bij B staat de schakelaar **in**.

2. Dubbelpolige draaischakelaar

Door middel van een dubbelpolige draaischakelaar kan een lamp of lampengroep dubbelpolig worden in- en uitgeschakeld. De schakelaar kan dus beide naar de lamp of lampengroep gaande draden onderbreken.

Bij A staat de schakelaar **uit**.

Bij B staat de schakelaar **in**.

Bij C is een leiding, waarin een dubbelpolige schakelaar is aangebracht, symbolisch getekend. Op deze wijze duidt men in installatieschema's en -tekeningen een dubbelpolige schakelaar aan.

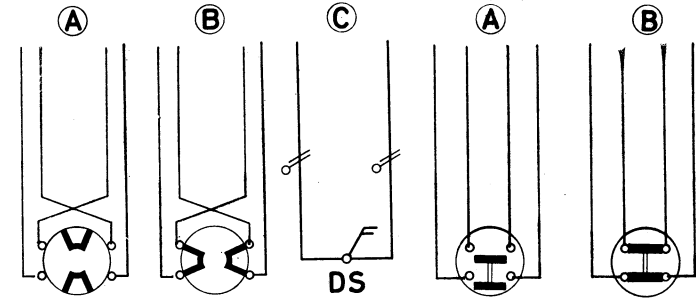


Fig. 2

Fig. 2a

2a. Dubbelpolige wip- of tuimelschakelaar

Bij A staat de schakelaar **uit**.

Bij B staat de schakelaar **in**.

3. Driepolige draaischakelaar

Met behulp van een driepolige draaischakelaar kunnen:

- 1e. drie lampen of lampengroepen dubbelpolig worden in- en uitgeschakeld (driefasensysteem zonder nulleider);
- 2e. drie lampen of lampengroepen enkelpolig worden in- en uitgeschakeld (driefasensysteem met nulleider).

Bij A staat de schakelaar uit.

Bij B staat de schakelaar in.

Bij C is een leiding getekend, waarin een driepolige schakelaar is opgenomen, zoals deze in installatietekeningen en installatieschema's wordt aangegeven.

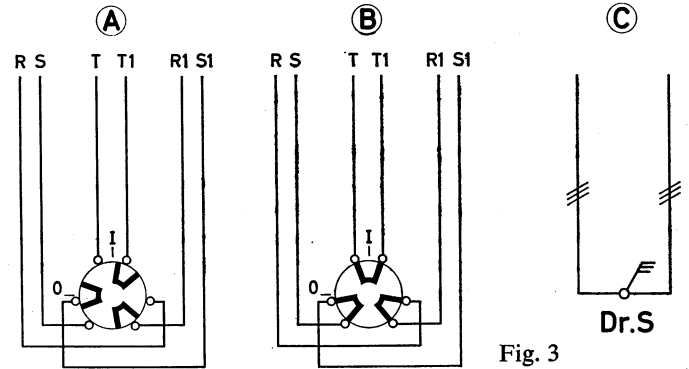


Fig. 3

3a. Driepolige wip- of tuimelschakelaar

Bij A staat de schakelaar uit.

Bij B staat de schakelaar in.

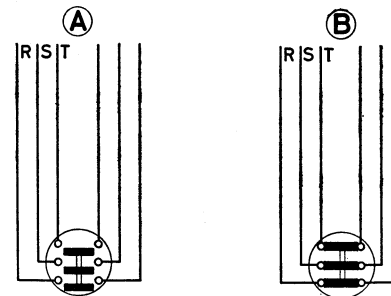


Fig. 3a

4. Groep-draaischakelaar

De groepschakelaar dient voor het omschakelen van twee lampen of lampengroepen met onderbreking.

Bij A staat de schakelaar uit.

Bij B is de stroomdraad doorverbonden met a.

Bij C staat de schakelaar uit.

Bij D is de stroomdraad doorverbonden met b.

Bij E is het symbool van de groepschakelaar getekend, zoals dit in installatietekeningen wordt toegepast.

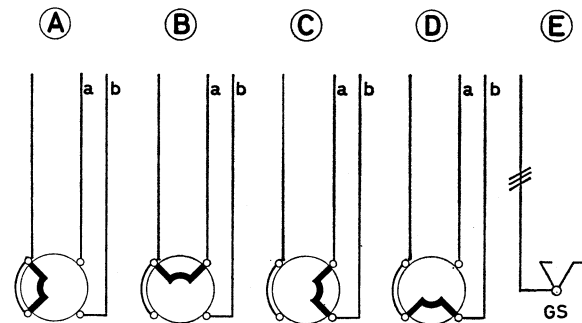


Fig. 4

5. Serieschakelaar

Met behulp van een serieschakelaar kunnen twee lampen of lampengroepen naar behoefte ieder afzonderlijk of tezamen enkelpolig in- en uitgeschakeld worden.

Bij A zijn alle lampen uitgeschakeld.

Bij B is de lamp, die met draad b is verbonden ingeschakeld.

Bij C zijn beide lampen ingeschakeld.

Bij D is de lamp, die met draad a is verbonden, ingeschakeld.

Bij E is het symbool van de serieschakelaar getekend, zoals dit in installatietekeningen wordt gebruikt.

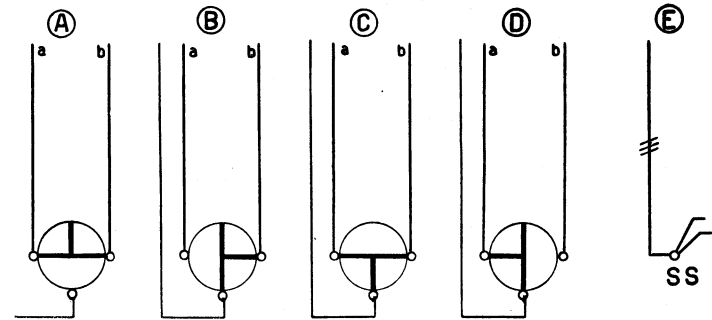


Fig. 5

5a. Serie wip- of tuimelschakelaar

Bij A zijn alle lampen uitgeschakeld.

Bij B is de lamp die met draad a is verbonden ingeschakeld.

Bij C zijn beide lampen ingeschakeld.

Uit het schema blijkt dat de serie wip- of tuimelschakelaar bestaat uit twee enkelpolige schakelaars.

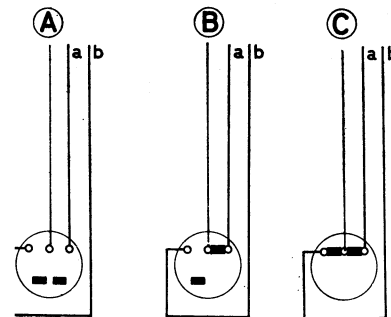


Fig. 5a

6. Wisselschakelaar

Deze schakelaar wordt in de praktijk dikwijls hotel- of trap-
schakelaar genoemd. Deze schakelaar maakt het mogelijk van-
af twee plaatsen een lamp of lampengroep naar believen in en
uit te schakelen. Bovendien maakt de schakelaar het mogelijk
een leiding enkelpolig over te schakelen op een andere leiding.

Bij A is de stroomdraad doorverbonden met de wisseldraad a.

Bij B is de stroomdraad doorverbonden met de wisseldraad b.

Bij C is het symbool van de wisselschakelaar getekend, zoals
dit in installatietekeningen wordt toegepast.

Bij D is een wisselschakelaar in de uitvoering van drukknop-
schakelaar getekend.

Bij E is een wisselschakelaar in de uitvoering van wip-
schakelaar getekend.

Bij F is een wissel-draaischakelaar in een tegenwoordig
steeds minder voorkomende uitvoering getekend.

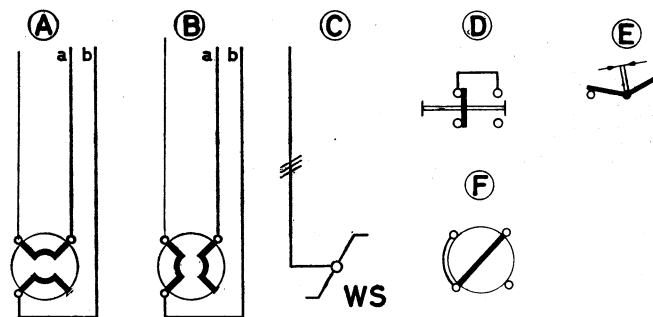


Fig. 6

6a. Wissel wip- of tuimelschakelaar

Bij A is de stroomdraad doorverbonden met de wisseldraad b.

Bij B is de stroomdraad doorverbonden met de wisseldraad a.

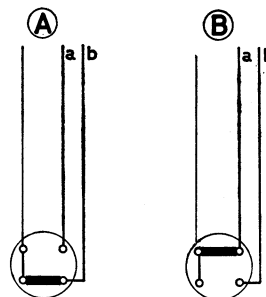


Fig. 6a

7. Kruisschakelaar

Wenst men vanaf meer dan twee plaatsen een lamp of lampengroep enkelpolig in en uit te schakelen, dan heeft men behalve twee wisselchakelaars één of meer kruisschakelaars nodig.

De schakelaar moet de draden a en b doorverbinden met de draden c en d en wel:

volgens A: a met c en b met d, of

volgens B: a met d en b met c.

Bij C is het symbool van de kruisschakelaar getekend, zoals dit in installatietekeningen wordt toegepast.

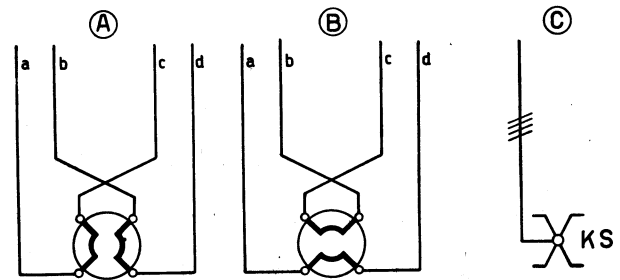


Fig. 7

7a. Kruis wip- of tuimelschakelaar

Volgens A: a met d en b met c.

Volgens B: a met c en b met d.

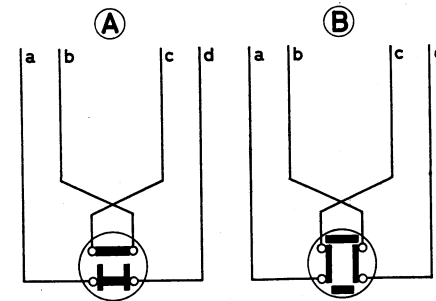


Fig. 7a

8. Serie-parallelschakelaar

De serie-parallelschakelaar wordt gebruikt om twee lampen zonder onderbreking in serie of parallel te schakelen.

De schakelaar moet de draden doorverbinden en wel:

Volgens A: a met d (stand serie).

Volgens B: a met b en c met d (stand parallel).

Bij C is het symbool van de serie-parallelschakelaar getekend, zoals dit in installatietekeningen wordt toegepast.

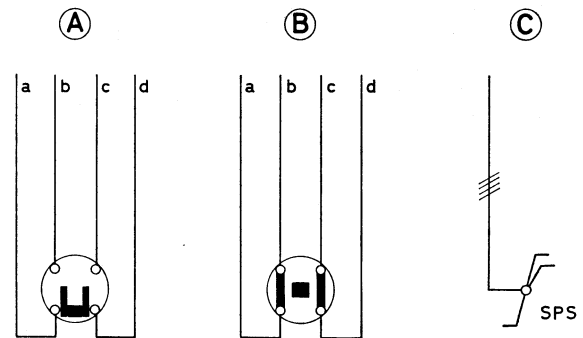


Fig. 8

N.B. Voor toepassing van deze schakelaar zie schema nr. 19a van schakelingen.

SCHAKELINGEN

1. Enkelpolige schakeling

Doel: Een lamp L (of eventueel een lampengroep) enkelpolig en wel met behulp van een enkelpolige schakelaar ES in en uit te schakelen.

A: De rode nuldraad gaat naar de lamp; de groene stroomdraad gaat naar de schakelaar. Lamp en schakelaar zijn onderling verbonden door een zwarte lampendraad.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

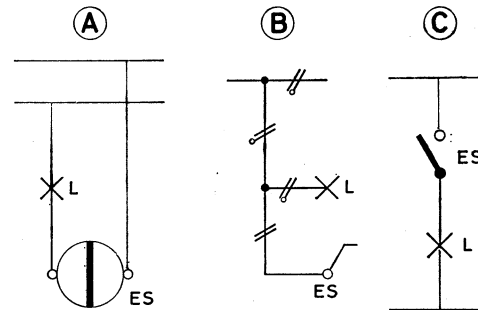


Fig. 1. Enkelpolige schakeling

2. Dubbelpolige schakeling

Doel: Een lamp L (of eventueel een lampengroep) dubbelpolig en wel met behulp van een dubbelpolige schakelaar DS in en uit te schakelen.

A: Zowel de rode nuldraad als de groene stroomdraad gaan naar de schakelaar.

De beide draden die van de schakelaar naar de lamp gaan mogen een zwarte kleur bezitten; het verdient echter aanbeveling om die lampendraad, die bij de stand „in” van de schakelaar met de rode stroomdraad (nuldraad) is doorverbonden, eveneens rood te nemen.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

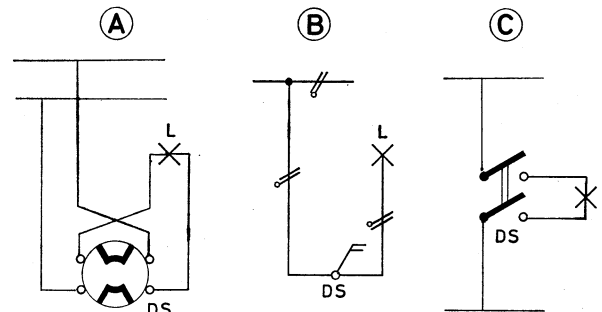


Fig. 2. Dubbelpolige schakeling

3. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar (I)

Doel: Een lamp L (bij eventueel ontbreken van een enkelpolige schakelaar) met behulp van een dubbelpolige schakelaar in en uit te schakelen.

4. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar (II)

Doel: 2 lampen L1 en L2 (of eventueel lampengroepen) met behulp van een dubbelpolige schakelaar in en uit te schakelen.

5. Enkelpolige schakeling met wandcontactdoos

Doel: als in 1 waarbij echter van een combinatie enkelpolige schakelaar-wandcontactdoos gebruik wordt gemaakt.

6. Serieschakeling

Doel: Twee lampen L1 en L2 (of eventueel lampengroepen) naar behoefte ieder afzonderlijk of te zamen in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. De rode nuldraad gaat naar beide lampen L1 en L2; de groene stroomdraad gaat naar de schakelaar SS. De lampen L1 en L2 zijn door middel van twee zwarte lampedraden met de serieschakelaar SS verbonden.

B geeft de installatietekening waarbij L1 en L2 tot een meervoudig lichtpunt L zijn verenigd.

C geeft het stroomkringschema.

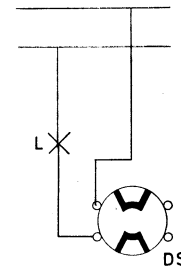


Fig. 3. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar I

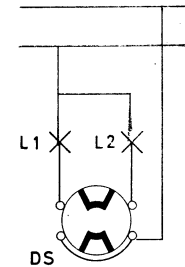


Fig. 4. Enkelpolige schakeling met dubbelpolige schakelaar II

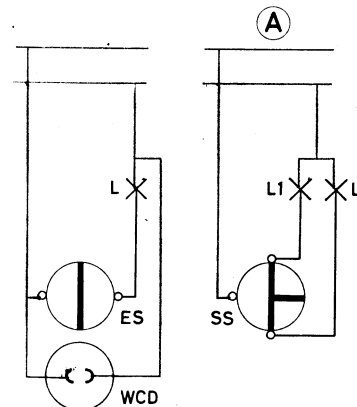


Fig. 5. Enkelpolige schakeling met wandcontactdoos

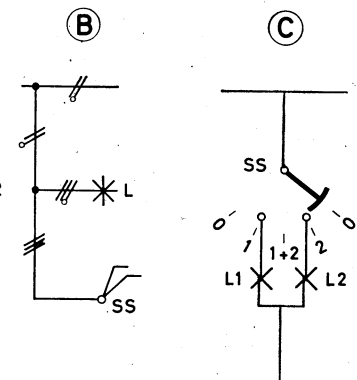


Fig. 6. Serieschakeling

7. Enkelpolige schakeling met serieschakelaar

Bij het ontbreken van een enkelpolige schakelaar kan zondig een serieschakelaar als enkelpolige schakelaar dienst doen. De „P”-klem van de serieschakelaar waarop normaal de groene stroomdraad komt, blijft onaangesloten. Op de twee overblijvende klemmen worden nu de lampdraad en stroomdraad gemonteerd.

8. Enkelpolige schakeling met wisselschakelaar

Ook een wisselschakelaar kan als enkelpolige schakelaar dienst doen. De schakelaar wordt normaal op de groene stroomdraad, de lamp op de rode nuldraad aangesloten. De lampdraad wordt op één der twee overblijvende klemmen, welke is onverschillig, aangesloten.

9. Enkelpolige schakeling met kruisschakelaar

Groene stroomdraad en zwarte lampdraad kunnen op elke twee willekeurige naast elkaar gelegen klemmen van de kruisschakelaar worden aangesloten.

10. Poolomschakeling met kruisschakelaar

De twee stroomdraden worden op twee diametraal tegenover elkaar gelegen klemmen aangesloten. Op de twee overblijvende klemmen worden de afgaande draden a en b gemonteerd. In de volgens fig. 10 getekende stand is draad a met de groene stroomdraad en draad b met de rode nuldraad doorverbonden. Draait men de schakelaar om dan is draad a met de rode nuldraad en draad b met de groene stroomdraad verbonden.

B geeft het stroomkringschema.

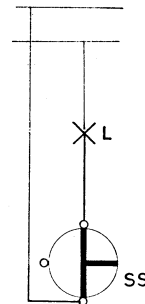


Fig. 7. Enkelpolige schakeling met serieschakelaar

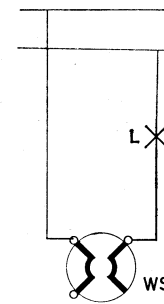


Fig. 8. Enkelpolige schakeling met wisselschakelaar

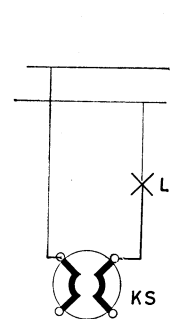


Fig. 9. Enkelpolige schakeling met kruisschakelaar

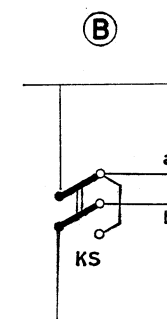
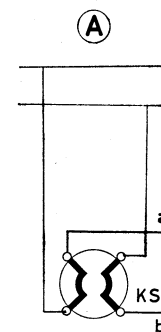


Fig. 10. Poolomschakeling met kruisschakelaar

11. Driepolige schakeling

Doel: Met behulp van een driepolige schakelaar 3 lampen, die in ster of driehoek zijn geschakeld op een driefasennet in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. Vanaf de voedingsdraden R, S en T gaan drie zwarte draden naar een driepolige dooschakelaar Dr. S, waar deze draden op daarvoor bestemde klemmen worden gemonteerd. Van de drie overblijvende schakelaarklemmen gaan drie zwarte draden naar drie in ster of in driehoek geschakelde lampen.

B geeft de installatietekening waarbij de drie lampen tot één meervoudig lichtpunt zijn verenigd.

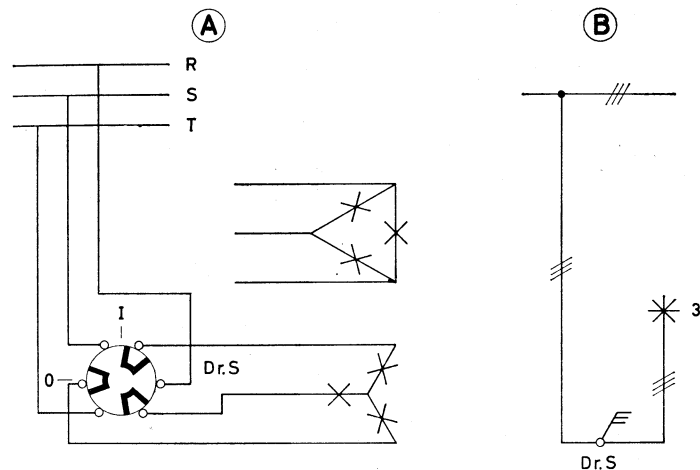


Fig. 11. Driepolige schakeling

12. Vierpolige schakeling

Doel: Met behulp van een vierpolige schakelaar 3 lampen op een driefasennet met nulleider in en uit te schakelen.

Schakeling:

Vanaf de voedingsdraden R-, S-, T- en de O-draad gaan 4 aftakkingen naar de schakelaar. Van de schakelaar naar de lampen gaan eveneens 4 draden. De draad die op de schakelaar doorverbonden kan worden met de nuldraad komt op het sterpunt; de overige drie draden van de schakelaar gaan resp. naar de overblijvende lampeklemmen. Alle draden moeten hier een zwarte kleur bezitten.

B geeft de installatietekening.

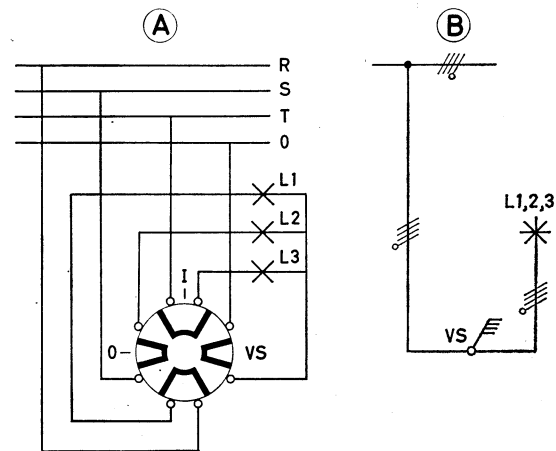


Fig. 12. Vierpolige schakeling

13. Wisselschakeling (I)

Doel: Een lamp (eventueel lampengroep) vanaf twee plaatsen in en uit te schakelen met behulp van twee wisselschakelaars.

Schakeling:

A. De groene stroomdraad gaat naar de dichtstbij gelegen wisselschakelaar en wordt gemonteerd op de daarvoor bestemde klem; de rode nuldraad gaat naar de lamp. Van de lamp gaat een zwarte lampedraad naar de andere wisselschakelaar en wordt daar op een daarvoor bestemde klem gemonteerd. De op elke schakelaar overblijvende twee klemmen worden door middel van twee zwarte wisseldraden met elkaar verbonden.

B geeft dezelfde schakeling maar uitgevoerd met tuimelschakelaars in plaats van draaischakelaars.

De wisselschakeling vindt toepassing bij de verlichting van trappen, gangen en slaapkamers.

C geeft de installatietekening.

D geeft het stroomkringschema.

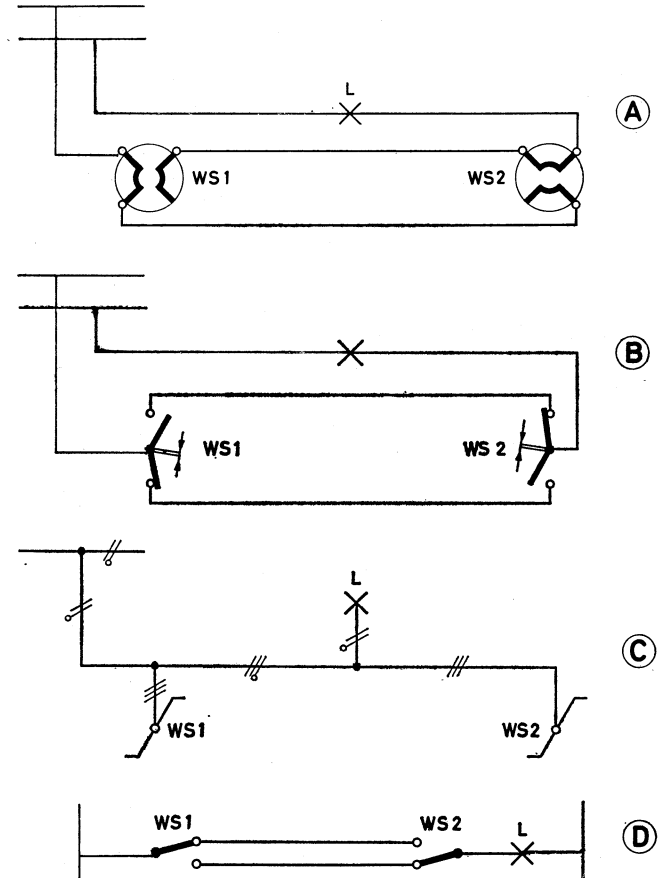


Fig. 13. Wisselschakeling I

14. Wisselschakeling (II)

Doel: Als bij wisselschakeling I, doch bovendien wenst men een wandcontactdoos in de schakeling op te nemen. Past men hier dezelfde schakeling toe als in I, dan komen in het leidingdeel van de lamp tot tweede wisselschakelaar 5 draden. Daar dit soms een praktisch bezwaar oplevert, past men hier liever wisselschakeling II toe; men noemt deze laatste schakeling ook wel: wisselschakeling met omloopdraad.

Schakeling:

A. De rode nuldraad gaat naar de lamp en loopt door naar de wandcontactdoos. De groene stroomdraad komt op beide wisselschakelaars en wel op een klem waarop normaal een wisseldraad wordt gemonteerd; bovendien loopt de groene stroomdraad door naar de wandcontactdoos. De klemmen die normaal op de groene stroomdraad, resp. de lampdraad worden aangesloten, worden thans met elkaar verbonden, terwijl ook de overblijvende klemmen met elkaar en met de lamp worden verbonden.

B. Zoals ook uit de installatietekening blijkt, bestaat geen der leidingdelen uit meer dan 4 draden.

C geeft het stroomkringschema.

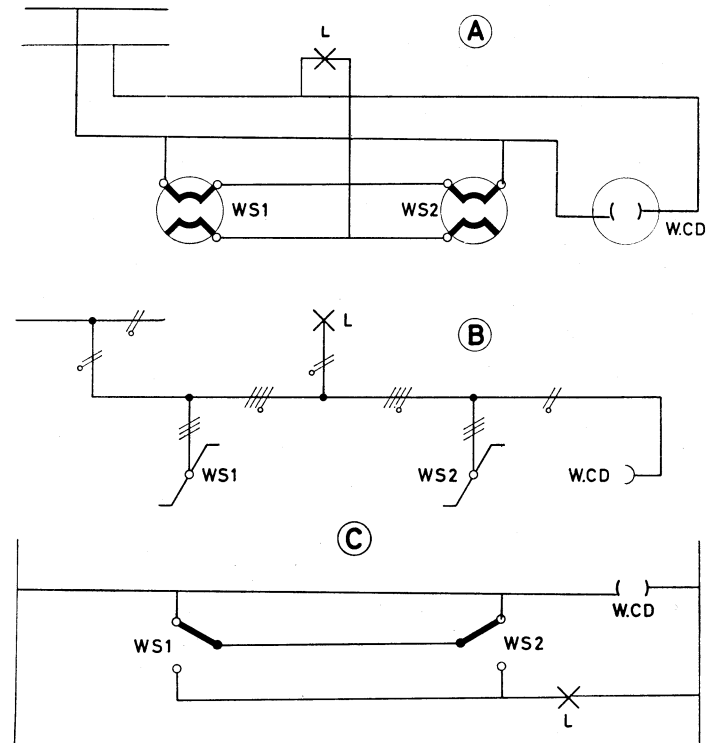


Fig. 14. Wisselschakeling II

15. Wisselschakeling (III)

Doel: Als bij wisselschakeling I.

Schakeling:

A. De rode nuldraad en de groene stroomdraad worden op beide schakelaars WS1 en WS2 gemonteerd. In de wisseldraad, die beide schakelaars met elkaar verbindt, wordt de lamp L opgenomen.

De toepassing van deze wisselschakeling in een sterkstroominstallatie is verboden. Men noemt deze schakeling ook wel de „verkeerde” of „Franse” wisselschakeling.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

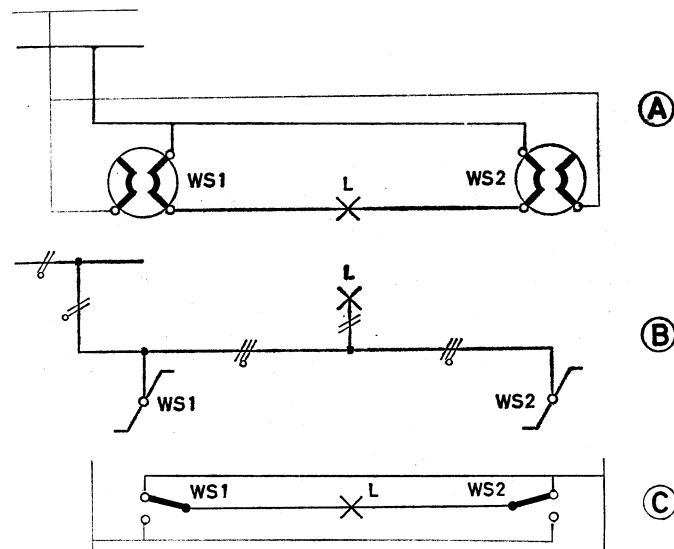


Fig. 15. Wisselschakeling III

16. Wisselschakeling met kruisschakelaars

Men kan de gewone wisselschakeling bij ontbreken van wisselschakelaars ook met kruisschakelaars uitvoeren.

A geeft de schakeling aan, die zoals bij vergelijking blijkt, geheel overeenkomt met de wisselschakeling I.

B geeft de installatietekening.

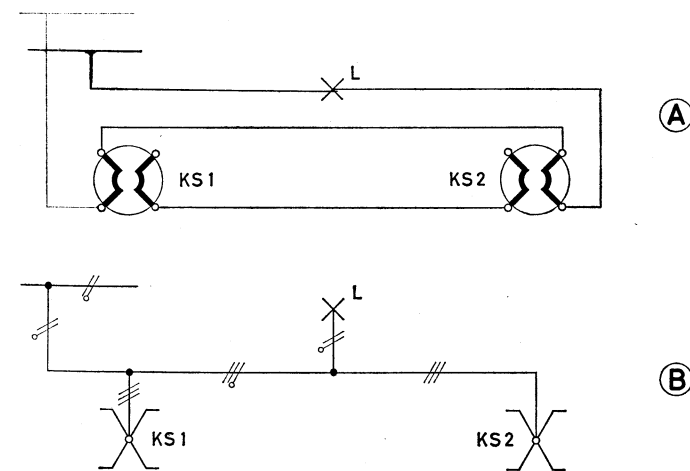


Fig. 16. Wisselschakeling met kruisschakelaars

17. Kruisschakeling

Doel: Vanuit drie punten lampen L1 en L2 (of eventueel lampengroepen) naar behoefte in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. Zoals uit de schakeling blijkt, maakt men hierbij gebruik van twee wisselchakelaars en één kruisschakelaar. Vanaf de rode nuldraad gaat een aftakking naar de parallel geschakelde lampen L1 en L2 en een aftakking op de groene stroomdraad naar de dichtstbij gelegen wisselchakelaar WS1. Een lampendraad verbindt de lampen L1 en L2 met de andere wisselchakelaar WS2. Zowel WS1 als WS2 zijn door middel van twee wisseldraden met de kruisschakelaar KS verbonden.

B geeft de installatietekening van de schakeling.

C geeft het stroomkringschema.

De schakeling wordt toegepast op trappenhuisen, lange gangen en zeer grote kamers of zalen.

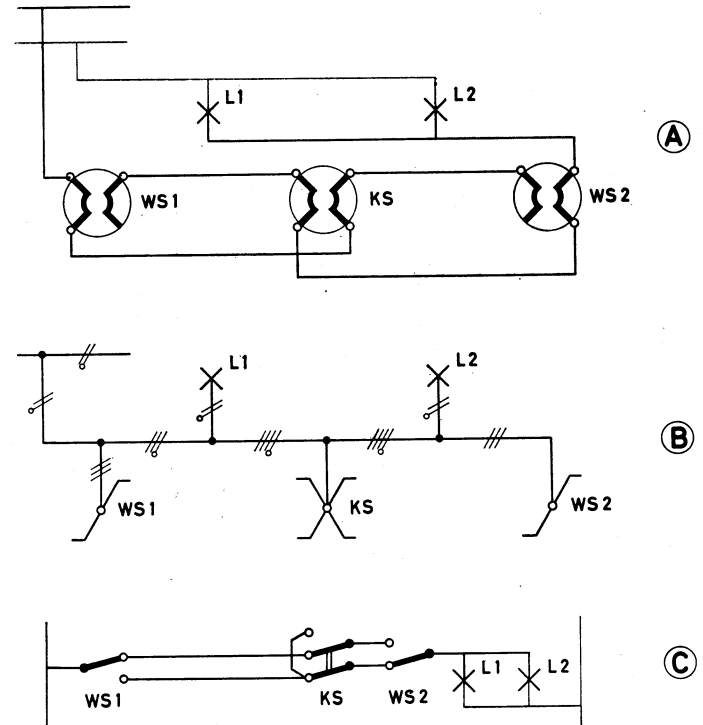


Fig. 17. Kruisschakeling

18. Wissel-serieschakeling

Doel: Vanuit twee punten twee lampen L1 en L2 (of eventueel lampengroepen) trapsgewijze in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. Men maakt hierbij gebruik van zgn. stapelschakelaars. Elke stapelschakelaar bestaat uit twee op één as gemonteerde serieschakelaars. Zo moet men zich de schakeling SS1 en SS2 op één as en SS3 en SS4 op één as denken.

Op SS1 en SS3 komt een rode nuldraad, op SS2 en SS4 een groene draad. In beide wisseldraden, die de stapelschakelaars onderling met elkaar verbinden, zijn de lampen L1 en L2 opgenomen. Tussen de beide wisselschakelaars waaruit elke stapelschakelaar bestaat, zijn twee doorverbindingen aangebracht.

B geeft de installatietekening waarbij L1 en L2 tot een meer-voudig lichtpunt zijn verenigd.

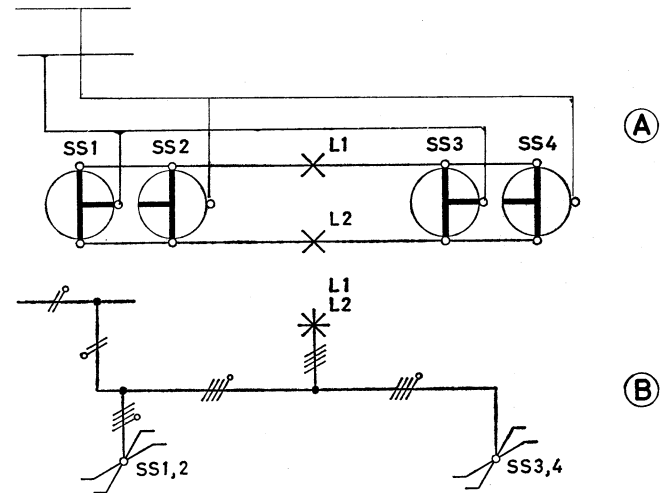


Fig. 18. Wissel-serieschakeling

19. Schemerschakeling met draaischakelaar

(Serie-parallelschakeling)

Doel: Twee ter verlichting van een kamer aangebrachte lampen ieder afzonderlijk, tezamen op volle spanning of tezamen op halve spanning te laten gloeien, al naar gewenst wordt. Voorwaarde is, dat twee lampen van ongeveer gelijk vermogen worden gebruikt.

A. Nabij de deur wordt een enkelpolige schakelaar ES en op een geschikt punt in de kamer een stapelschakelaar, bestaande uit een wisselschakelaar WS en een serieschakelaar SS geplaatst. Zet men de schakelaar ES bij het betreden van de kamer in (getekende stand), dan gloeit L1. Draait men de stapelschakelaar 90°, dan gloeien L1 en L2. Een volgende draaiing van 90° schakelt L1 en L2 in serie, zodat de lampen op halve spanning komen te gloeien. Draait men de stapelschakelaar opnieuw 90°, dan gloeit alleen L2. Zoals uit het schema blijkt, komt de rode nuldraad zowel op de lamp L2 als op de serieschakelaar SS. De groene stroomdraad komt op de enkelpolige schakelaar ES. Van deze laatste loopt een zwarte lampedraad naar L1, waarop een aftakking naar de schakelaar WS. Tenslotte zijn L1 en L2 door twee zwarte lampedraden verbonden met SS resp. WS en is een klem van SS met een klem van WS doorverbonden.

B geeft de installatietekening.

19a. Schemerschakeling met wipchakelaar

Door het toepassen van de serie-parallelschakelaar (zie schakelaars nr. 8) ontstaat een schema dat aan dezelfde voorwaarden voldoet zoals aangegeven in schema nr. 19.

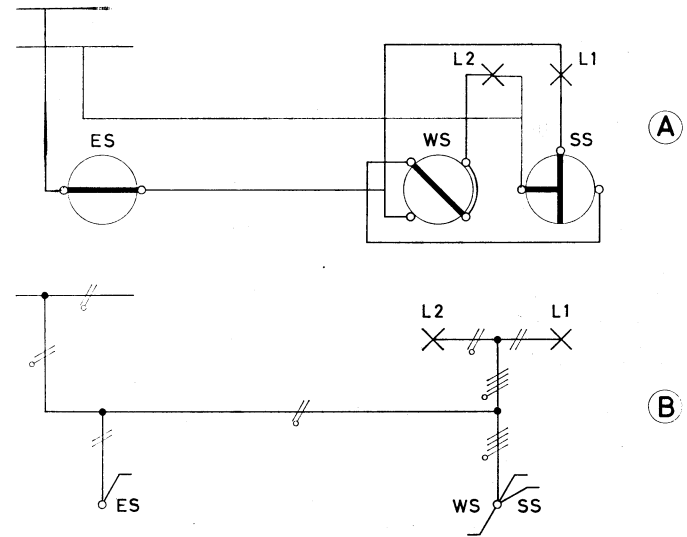


Fig. 19. Schemerschakeling met draaischakelaar

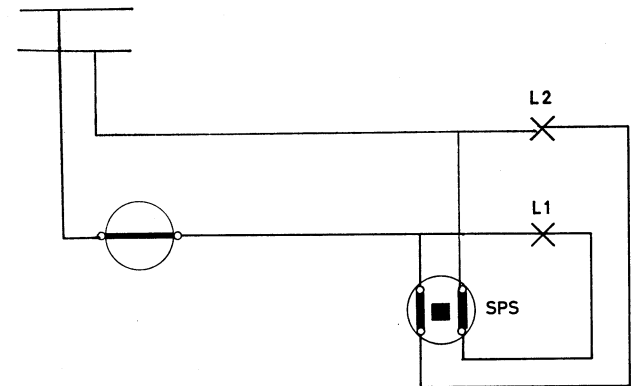


Fig. 19a. Schemerschakeling met wipchakelaar

20. Licht-donkerschakeling (I)

Doel: Naar behoefte in een vertrek het licht helder of gedempt te doen schijnen.

Schakeling:

A. Men maakt hierbij gebruik van twee schakelaars, nl. een enkelpolige schakelaar ES en een wisselschakelaar WS. Zet met ES in, dan is L1 op de volle spanning aangesloten. Zet men daarna WS om, dan zijn L1 en L2 in serie geschakeld en geven een gedempt licht.

Zoals uit de schakeling blijkt, gaat de groene stroomdraad direct naar de enkelpolige schakelaar ES, terwijl de rode nuldraad zowel op lamp L2 als op de wisselschakelaar WS wordt gemonteerd. In de wisseldraad die de schakelaar ES met de schakelaar WS verbindt, is de lamp L1 opgenomen. Tenslotte zijn WS en L2 nog door een lampendraad verbonden.

B geeft de installatietekening waarbij L1 en L2 tot een meer-voudig lichtpunt zijn verenigd.

C geeft het stroomkringschema.

Deze schakeling vindt toepassing in ziekenhuizen en verpleeginrichtingen. Bij de deur wordt in zo'n geval de enkelpolige schakelaar gemonteerd, terwijl de wisselschakelaar als trekschakelaar boven het bed van de patiënt wordt aangebracht.

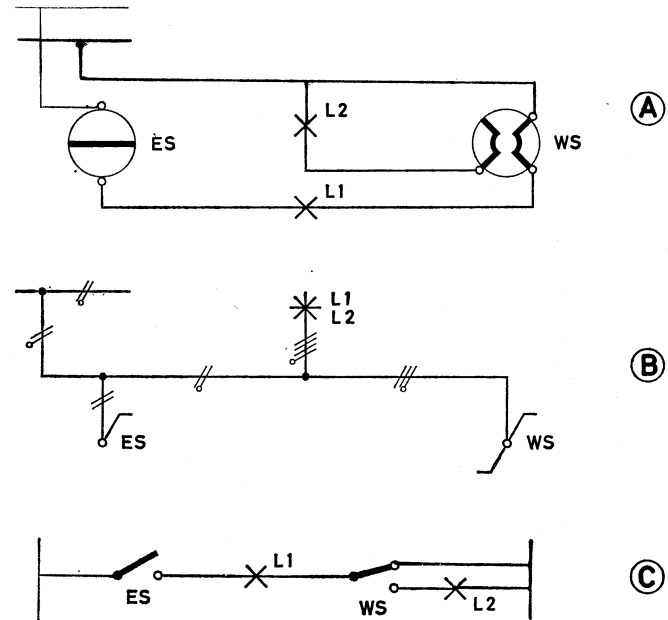


Fig. 20. Licht-donkerschakeling I

21. Licht-donkerschakeling (II)

Doel: Als bij licht-donkerschakeling (I).

Schakeling:

A. De bedoeling is, dat bij „licht“-schakeling drie lampen L1, L2 en L3 parallel op de volle netspanning zijn aangesloten, terwijl bij „donker“-schakeling de drie lampen in serie zijn geschakeld. De drie lampen zijn over de te verlichten ruimte verdeeld. De schakelaars ES en DS, resp. enkel- en dubbelpolig, bevinden zich nabij de deur.

De groene stroomdraad komt op de schakelaar ES. De rode nuldraad komt op de lamp L1 en via de schakelaar DS op L2 en L3. Verder zijn twee klemmen van ES en DS met elkaar doorverbonden en gaat van deze doorverbinding een draad naar de lamp L3.

Wanneer ES „uit“ staat, gloeien in het geheel geen lampen. Staan ES en DS beide „in“ dan staan alle lampen parallel op de volle spanning. Staat ES in en DS uit, dan staan de lampen in serie aangesloten.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

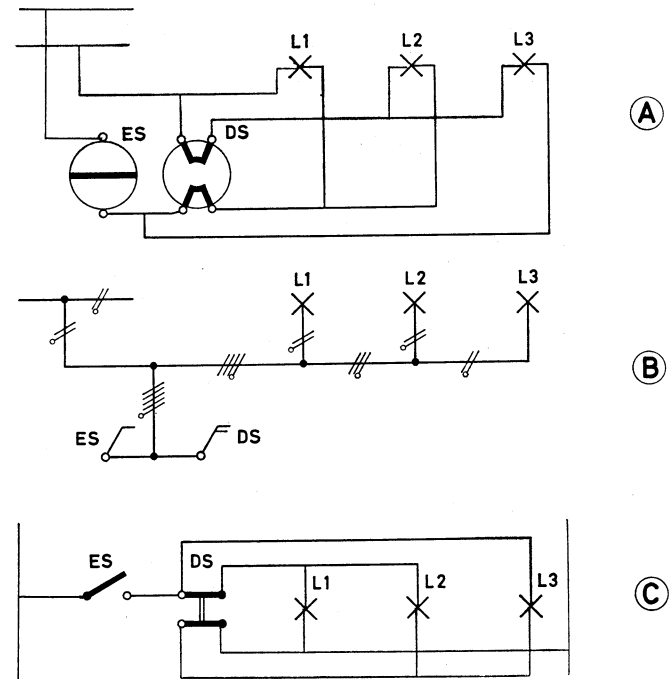


Fig. 21. Licht-donkerschakeling II

22. Licht-donkerschakeling (III)

Doel: als bij licht-donkerschakeling (II), doch met gebruik van één stapelschakelaar en mogelijkheid om één van de drie lampen te laten gloeien.

A. De schakelaar bestaat uit twee secties, nl. één met enkelpolige schakelaar en één met serieschakelaar.

In stand 1 (de in de figuur getekende stand) staat alles uitgeschakeld. In stand 2 staan de lampen L1, L2 en L3 in serie aangesloten op de netspanning. In stand 3 van de stapelschakelaar komen de lampen parallel te staan. Tenslotte is in stand 4 alleen nog de lamp L3 ingeschakeld. De standen van de schakelmechanismen in de twee secties zijn in de figuur gemakshalve weergegeven.

B geeft de installatietekening.

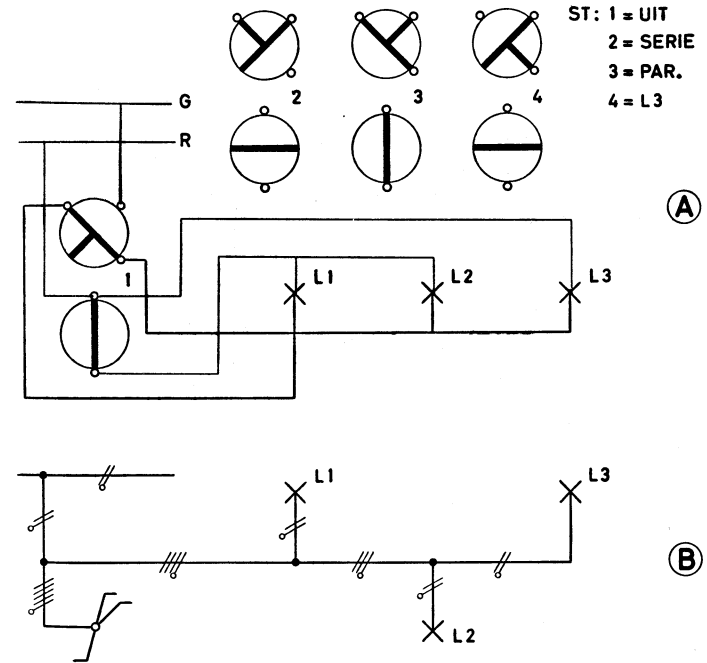


Fig. 22. Licht-donkerschakeling III

23. Slaapkamerschakeling

Doel: Naar behoefte in een vertrek een lamp L1 ter algemene verlichting of een lamp L2 tot verlichting van een toilettafel of wastafel, doch nimmer beide tezamen, in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. Een wisselschakelaar WS1 wordt bij de deur, een wissel-trekschakelaar WS2 boven het bed en een wisselschakelaar WS3 nabij toilettafel of wastafel gemonteerd.

Bij het betreden van de kamer schakelt men met de schakelaar WS1 de lamp L1 in. Met behulp van de trekschakelaar WS2 is de lamp L1 vanuit het bed te bedienen. Wenst men van de toilet- of wastafel gebruik te maken, dan wordt de schakelaar WS3 omgezet, waardoor L1 wordt uit- en L2 wordt ingeschakeld.

Zoals uit de schakeling blijkt, gaat de groene stroomdraad direct naar de wisselschakelaar WS1 en de rode nuldraad naar L1 zowel als L2, WS1 en WS2 zijn door twee wisseldraden verbonden, terwijl een wisseldraad WS2 met WS3 verbindt. Tenslotte loopt van elke lamp een lampendraad naar de schakelaar WS3.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

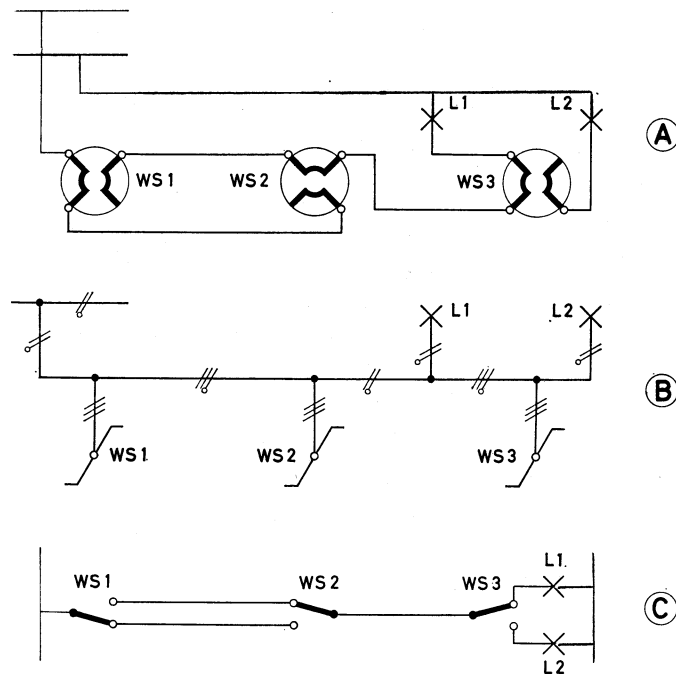


Fig. 23. Slaapkamerschakeling

24. Eet- of studeerkamerschakeling

Doel: Met behulp van twee schakelaars WS en SS, die bij twee verschillende deuren of bij één deur en in de nabijheid van een bureau zijn geplaatst, de kamerverlichting te kunnen in- en uitschakelen, echter zo, dat ongeacht de stand van de schakelaar WS met SS óf alleen L4, óf alleen L1, L2 en L3 (eventueel een meervoudig lichtpunt), óf alle lampen kunnen worden in- en uitgeschakeld.

In geval van een eetkamer moet SS, waarop een extra contact moet zijn gemonteerd, naast de gangdeur en de schakelaar WS naast de deur van een aangrenzend vertrek worden aangebracht. Ongeacht de stand van de schakelaar WS kan men met behulp van SS óf alleen L4, óf alle lampen, óf alleen L1, L2 en L3 laten gloeien.

Indien de gehele verlichting is ingeschakeld, kan deze met behulp van WS uitgeschakeld worden.

In geval van een studeerkamer wordt de schakelaar WS in de nabijheid van een schrijfbureau geplaatst, zodat daar ter plaatse, nadat de bureaulamp is ingeschakeld de kamerverlichting kan worden uitgeschakeld.

Schakeling:

A. Lampen en serieschakelaar SS zijn normaal aangesloten. Door de aanwezigheid van een extra contact op SS kunnen vanaf de wisselschakelaar twee wisseldraden naar SS worden gevoerd. Van deze wisseldraden doet, al naar de stand van schakelaar WS, de ene of de andere als stroomdraad dienst.

B geeft de installatietekening.

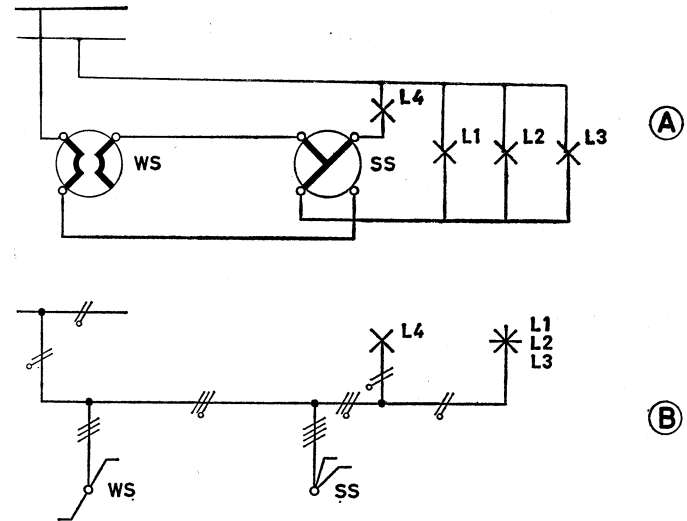


Fig. 24. Eet- of studeerkamerschakeling

25. Kelderschakeling (I)

Doel: Bij het betreden van een diepe kelder het voorste gedeelte te verlichten door het omzetten van een schakelaar bij de kelderingang. Wenst men zich in de tweede achterste kelderruimte op te houden, dan kan met een tweede schakelaar, die halverwege de kelderruimte is aangebracht, het licht in de voorste ruimte worden uit- en in de achterste ruimte worden ingeschakeld. De schakeling wordt ook wel in hotelkamers toegepast en draagt dan de naam: spaarschakeling.

Schakeling:

A. De groene stroomdraad gaat naar de enkelpolige schakelaar ES, die bij de kelderingang is aangebracht; de rode nuldraad gaat naar de beide lampen L1 en L2. Van ieder van deze lampen loopt een lampedraad naar de wisselschakelaar WS die in de kelder zelf is aangebracht. Enkelpolige schakelaar ES en wisselschakelaar WS zijn onderling door een wisseldraad verbonden.

Staat de enkelpolige schakelaar ES „in” dan kan men naar behoefte óf L1 óf L2 inschakelen.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

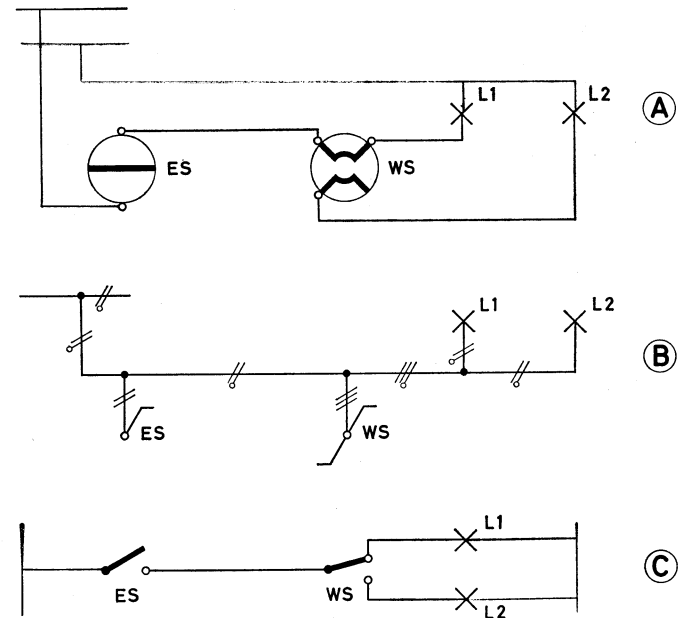


Fig. 25. Kelderschakeling I

26. Kelderschakeling (II)

Doel: Als bij kelderschakeling I, echter uitgebreid tot 3 lampen en 3 schakelaars. Bij de kelderingang wordt de enkelpolige schakelaar ES geplaatst en in de kelder op $\frac{1}{3}$ resp. $\frac{2}{3}$ deel van de lengte, de wisselschakelaars WS1 en WS2, die het mogelijk maken naar behoefte L1 of L2 of L3 in te schakelen.

Schakeling:

A. De groene stroomdraad gaat weer naar de enkelpolige schakelaar ES en de rode nuldraad naar de lampen L1, L2 en L3.

L1 is door middel van een lampendraad verbonden met de wisselschakelaar WS1, terwijl L2 en L3 ieder door een lampendraad zijn verbonden met de wisselschakelaar WS2. Alle schakelaars zijn tenslotte nog door middel van een wisseldraad onderling verbonden.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

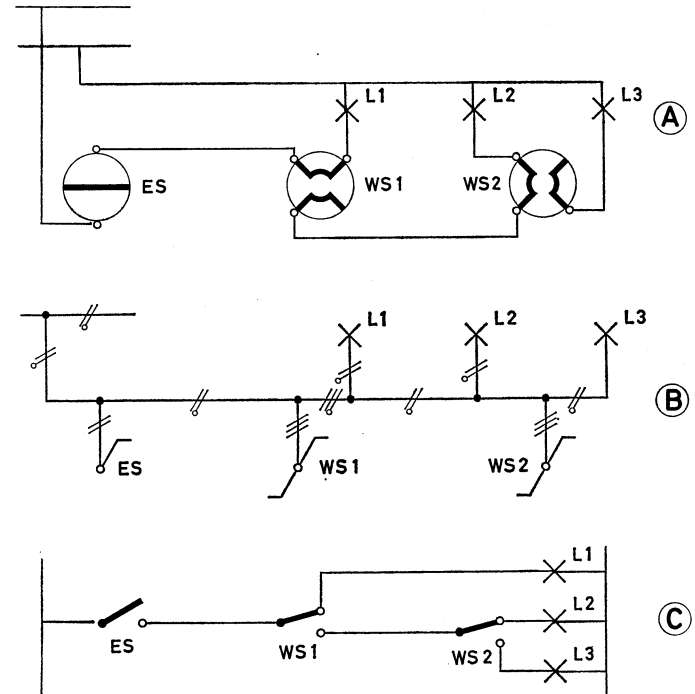


Fig. 26. Kelderschakeling II

27. Kelderschakeling (III)

Bij de hiervoor gegeven kelderschakelingen wordt iemand die in de kelder aanwezig is in het donker gezet als een ander de enkelpolige schakelaar bij de kelderingang omzet. Bij toepassing van de schakeling volgens fig. 27 is dit niet mogelijk. Wel kan de lamp L1 worden uitgeschakeld; de lamp L2 of L3 blijft echter onafhankelijk van de stand van ES gloeien, vooropgesteld althans dat WS1 is omgezet.

A geeft het schakelschema, B de installatietekening en C het stroomkringschema.

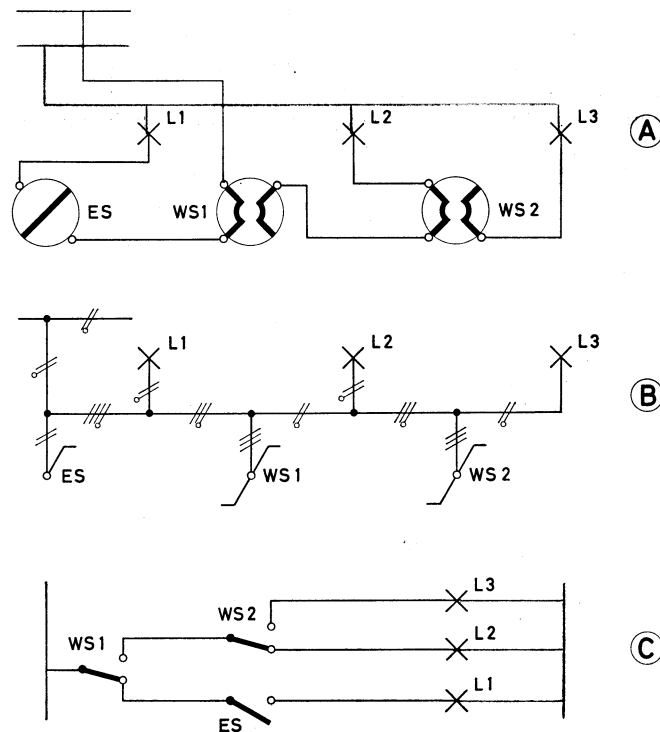


Fig. 27. Kelderschakeling III

28. Zaalschakeling

Doel: Een lichtpunt, dat deel uitmaakt van een zaalverlichting waarbij kruisschakeling is toegepast, buiten de kruisschakeling om, in en uit te schakelen.

Schakeling:

A. De lampen L1 en L3, de wisselschakelaars WS1 en WS2 en de kruisschakelaar KS maken deel uit van een normale kruisschakeling. De wisselschakelaar WS3 laat twee mogelijkheden. Volgens de in de figuur getekende stand, maakt L2 op normale wijze deel uit van de kruisschakeling en staat parallel aan L1 en L3; zet men WS3 om, dan wordt L2 buiten de kruisschakeling om ingeschakeld.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

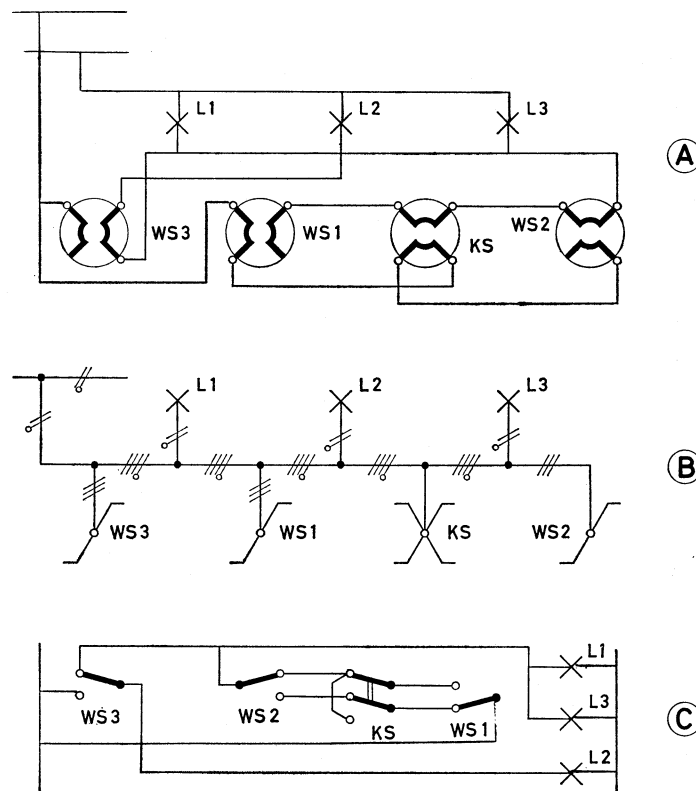


Fig.28. Zaalschakeling

29. Donkere-kamerschakeling

Doel: In een donkere kamer bevinden zich boven de werktafel een rode lamp LR, een groene lamp LG en een blauwe lamp LB; deze drie lampen worden met behulp van de wisselschakelaars WS2 en WS3 bediend. Inschakeling van de gekleurde lampen moet slechts mogelijk zijn, nadat het witte licht LW is uitgedraaid met behulp van de wisselschakelaar WS1. Een controlelamp LC, voor de ingang, moet gloeien als waarschuwing wanneer in de kamer met gekleurd licht wordt gewerkt. Tenslotte moet een enkelpolige schakelaar bij de deur het geheel kunnen in- en uitschakelen.

Schakeling:

A. De groene stroomdraad gaat naar de enkelpolige schakelaar ES en de rode nuldraad naar alle lampen. Van de lampen LG en LB gaan twee lampedraden naar de wisselschakelaar WS3; van LR gaat een lampedraad naar WS2 en tenslotte gaan twee lampedraden, nl. van LW en LC naar WS1. Alle schakelaars zijn onderling door een wisseldraad met elkaar verbonden. Normaal staat WS1 in die stand, dat bij inschakeling van ES de lamp LW gaat gloeien. Wenst men na het betreden van de donkere kamer (bij wit licht) tot werkzaamheden bij gekleurd licht over te gaan, dan wordt de schakelaar WS1 omgezet waardoor de witte lamp LW wordt uit- en de controlelamp LC wordt ingeschakeld. Door het omzetten van WS1 gaat bovendien één der lampen LR, LG of LB gloeien, afhankelijk van de stand van de schakelaars WS2 en WS3.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

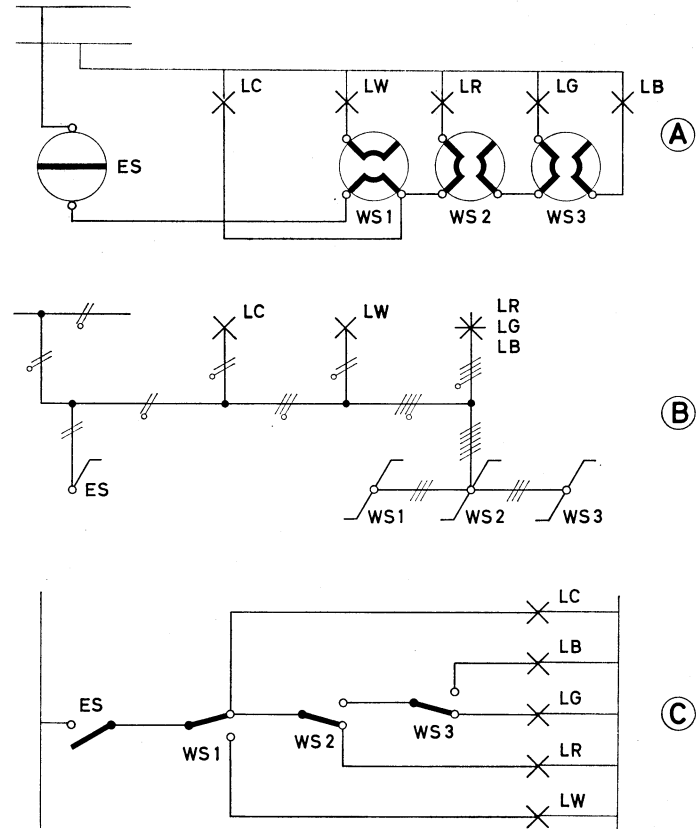


Fig. 29. Donkere-kamerschakeling

30. Bankschakeling

Doel: De verlichting van een trappenhuis, bestaande uit een kruisschakeling, in dienst stellen ongeacht de stand der schakelaars WS1, WS2 en KS.

Schakeling:

A. Parallel aan de eerste wisselschakelaar van een normale kruisschakeling, wordt een enkelpolige schakelaar ES aangebracht. Wanneer ES „in” staat zijn de beide wisseldraden op WS1 met de groene stroomdraad verbonden zodat dan bij elke willekeurige stand van een der schakelaars WS1, WS2 en KS, de lampen L1 en L2 ingeschakeld blijven.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

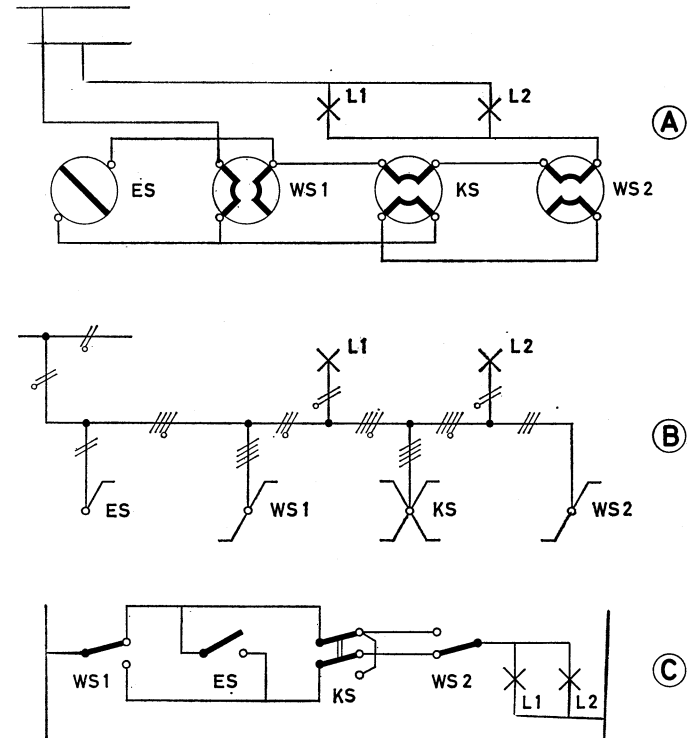


Fig. 30. Bankschakeling

31. Alarmschakeling

Doel: De lichtinstallatie van een geheel huis door het om-draaien van een enkelpolige schakelaar ES in werking te stel-len, ongeacht de stand van de schakelaars.

Schakeling:

A. Na enige overweging zal men tot het inzicht moeten komen, dat wanneer in de installatie alle schakelaars „uit” staan, de lampen op andere wijze dan normaal met de grote stroom-draad moeten worden verbonden. Daartoe worden in de instal-latie alle schakelaars, waarop normaal de groene stroomdraad wordt gemonteerd, vervangen door schakelaars die één contact meer bezitten. Eenvoudigheidshalve is in de figuur een instal-latie getekend bestaande uit een enkelpolige schakeling met lamp L1 en een wisselschakeling met lamp L2. In plaats van bij de enkelpolige schakeling een enkelpolige schakelaar te ge-bruiken, wordt nu een wisselschakelaar WS1 toegepast, terwijl de wisselschakelaar in de wisselschakeling die de groene draad krijgt, nu een kruisschakeling wordt. De verkregen extra con-tacten op WS1 en KS worden nu verbonden met de enkel-polige schakelaar ES (gestreepte lijn). Door het inzetten van ES krijgen de lampen spanning van de groene draad via ES en blijven dan gloeien ongeacht de stand van de andere schake-laars.

B geeft van de schakeling de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

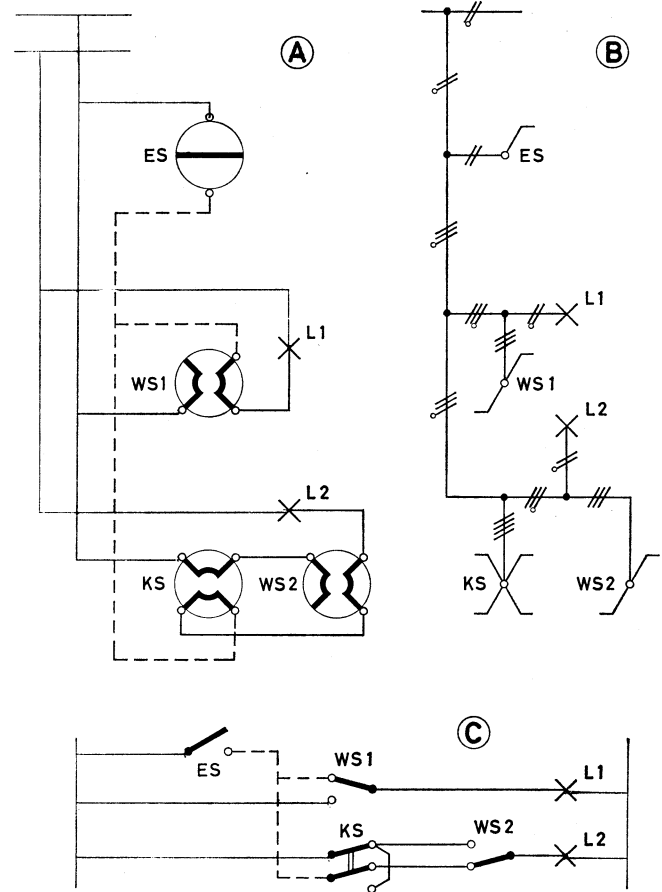


Fig. 31. Alarmschakeling

32. Nachtwakerschakeling

Doel: Een nachtwaker moet in staat zijn de lichtpunten L1, L2 en L3, die zich in afgesloten lokalen bevinden en normaal met behulp van de schakelaars WS1, WS2 en WS3 worden bediend, met behulp van de schakelaars WS4, KS en WS5, behorende tot een kruisschakeling - alle gelijk - in en uit te schakelen, onafhankelijk van de stand der schakelaars WS1, WS2 en WS3.

Schakeling:

A. Het zal duidelijk zijn, dat als de schakelaars WS1, WS2 en WS3 op uit staan, het alleen mogelijk is de lampen te doen gloeien als een extra wisseldraad naar de schakelaars wordt aangebracht. Deze laatste wisseldraad zal op de een of andere wijze contact moeten vinden met de groene stroomdraad. Normaal worden L1, L2 en L3 in- en uitgeschakeld met behulp van de wisselschakelaars WS1, WS2 en WS3. In de figuur zijn alle lampen door middel van laatstgenoemde schakelaars ingeschakeld getekend. Zet men de schakelaars op uit, dan zijn genoemde wisselschakelaars door middel van één draad niet alleen onderling verbonden, doch bovendien met de kruisschakeling die door de nachtwaker ter controle wordt bediend. De nachtwaker kan nu door middel van de schakelaars WS4, KS en WS5, de lampen L1, L2 en L3 tezamen inschakelen, zonder de vertrekken te betreden waarin de lampen zijn aangebracht.

B geeft van de schakeling de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

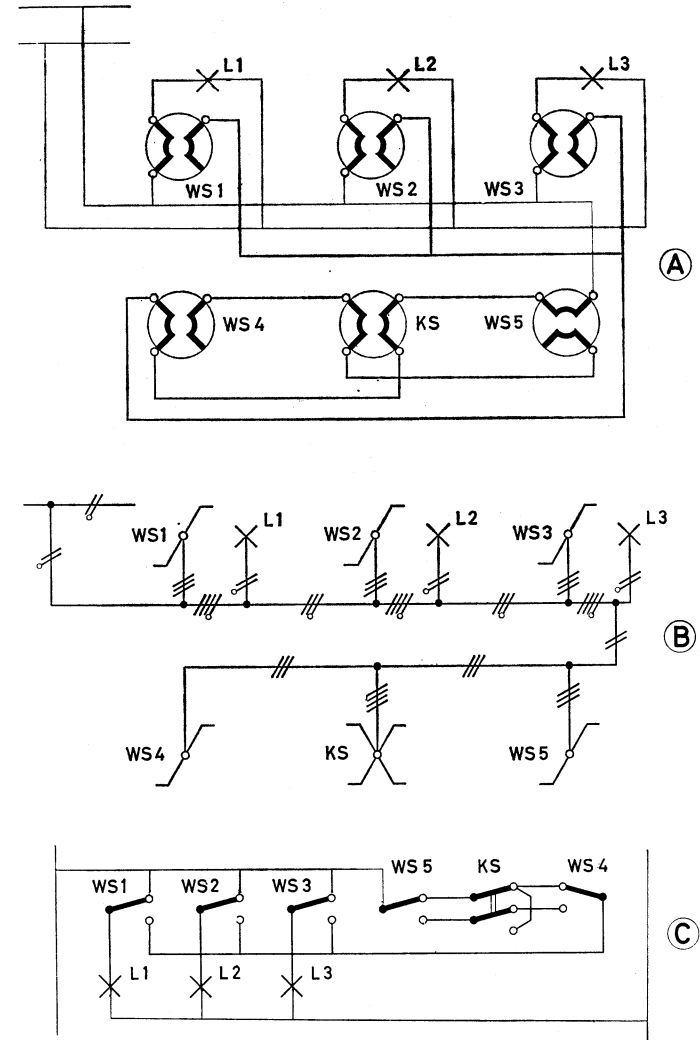


Fig. 32. Nachtwakerschakeling

33. Controleschakeling

Doel: Door middel van een controlelamp CL moet blijken (nadat althans de schakelaar ES is ingezet) of één der lampen L1, L2 of L3 ingeschakeld is. De schakeling kan bijv. op een kostschool worden toegepast; controlelamp CL en schakelaar ES bevinden zich in de kamer van de conciërge, die aldus kan nagaan of één van de scholieren zijn lamp na vastgestelde tijd laat gloeien.

A. De schakelaars DS1, DS2 en DS3 zijn dubbelpolige schakelaars waarvan twee klemmen zijn doorverbonden. De rode nuldraad komt op alle lampen, de groene stroomdraad op alle dubbelpolige schakelaars. Bovendien zijn alle schakelaars door één wisseldraad met elkaar doorverbonden en gaat de lampendraad van L1, L2 of L3 naar de doorverbonden klemmen op de bijbehorende schakelaars. Zodra een van de schakelaars DS1, 2 of 3 wordt ingezet, gaat naast L1, 2 of 3 ook de controlelamp CL gloeien.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

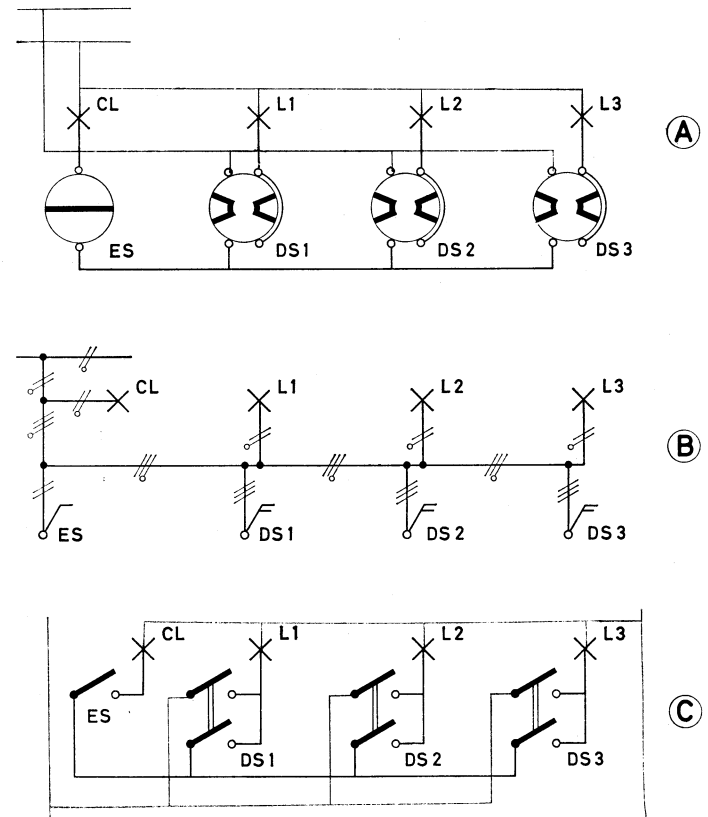


Fig. 33. Controleschakeling

34. Trapphuisautomaat

Doel: Met behulp van een daartoe geschikt relais (trapphuisautomaat) moet een trapverlichting, bestaande uit één, twee of meer parallel geschakelde lampen, kunnen worden ingeschakeld door middel van drukknoppen.

Schakeling:

A. De lampen L1 en L2 bevinden zich ongeveer in het midden boven elke trap; de drukknoppen D1, D2 en D3 zijn resp. op parterre, 1e etage en 2e etage aangebracht. Het relais R of de automaat bevindt zich als regel nabij de voordeur.

Wanneer een der drukknoppen D1, D2 of D3 wordt ingedrukt, wordt het relais in de trapphuisautomaat bekrachtigd en een contact gesloten, waardoor de groene stroomdraad met de lampendraad wordt doorverbonden en de beide lampen L1 en L2 onder spanning komen. Een in de automaat aangebracht uurwerkje zorgt ervoor, dat het contact in de automaat na 2 à 3 minuten weer wordt verbroken.

B geeft de installatietekening.

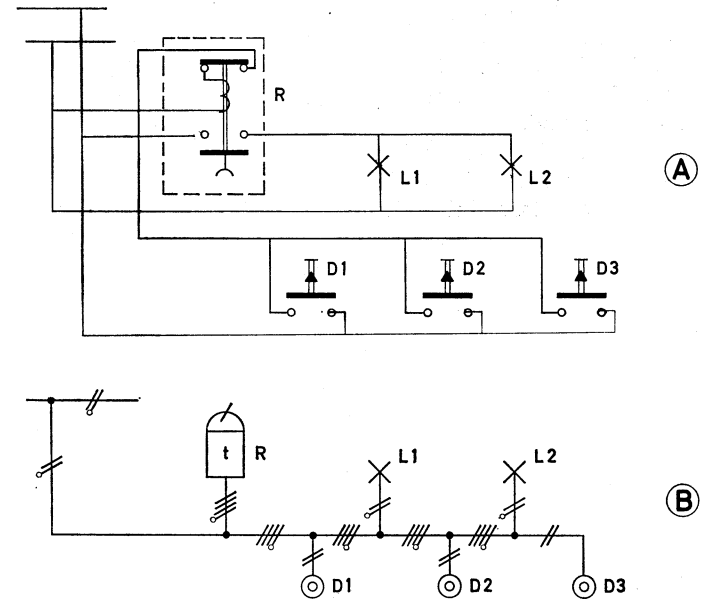


Fig. 34. Trapphuisautomaat

35. Verduisteringschakeling

Deze schakeling kan worden toegepast in die lokalen waarin men periodiek gebruik wenst te maken van een projectieapparaat. Normaal kan de verlichting worden ingeschakeld met behulp van de schakelaars WS1 en WS2, die bij de lokaalingang zijn aangebracht. Op de wandcontactdoos WCD kan het projectieapparaat worden aangesloten.

Wenst men te verduisteren dan wordt de kruisschakelaar KS, die nabij het projectieapparaat moet zijn geplaatst, omgezet waardoor de regelspaartransformator Tr wordt ingeschakeld. Met behulp van deze transformator kan de lichtsterkte van beide lampengroepen LG1 en LG2 van nul tot maximum worden geregeld.

A geeft het bedradingsschema.

B geeft de installatietekening.

C geeft het stroomkringschema.

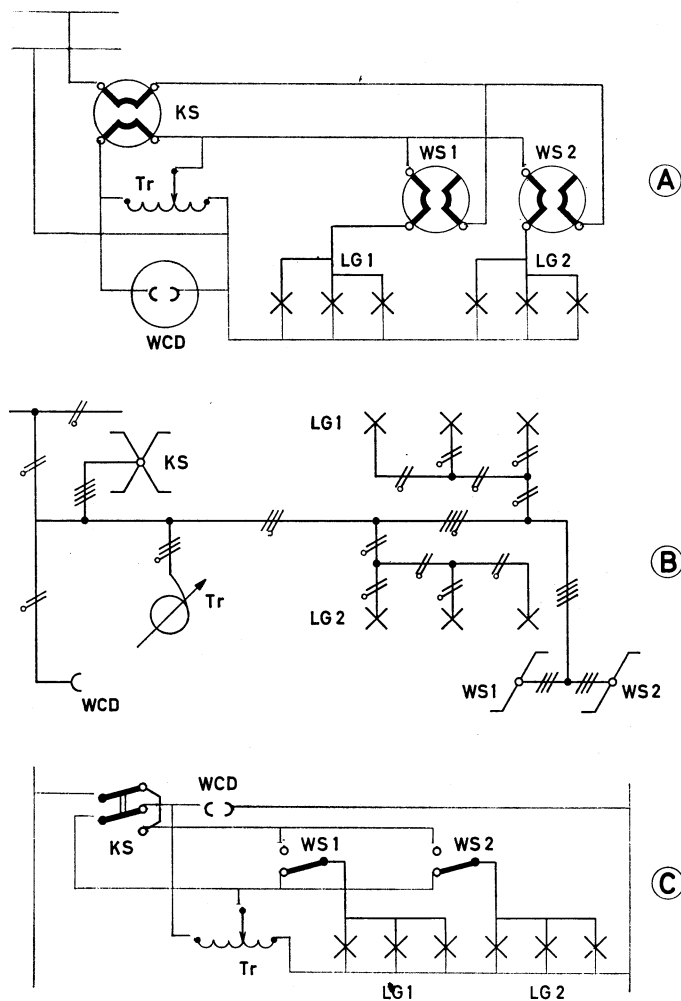


Fig. 35. Verduisteringschakeling

36. Schakelklok met elektromagnetische schakelaar

Doel: Een lampengroep door middel van een schakelklok op een bepaald tijdstip in en uit te schakelen.

Schakeling:

Een schijf met daarop aangebrachte verstelbare nokken i' en u' maakt, aangedreven door een kleine synchrone motor M , in één etmaal 1 omwenteling. De nok i' is tegen de achterkant, de nok u' tegen de voorkant van de schijf bevestigd. Ook de contacten I en U liggen in twee verschillende vlakken en wel zo, dat contact I alleen door de nok i' en contact U alleen door nok u' kan worden gesloten. Het weekcontact WC , dat normaal is gesloten en eveneens aangedreven wordt door de hierboven genoemde synchrone motor, wordt éénmaal per week gedurende een bepaalde tijd, bijv. zaterdagavonds en zondags, geopend. Op het tijdstip dat de nok i' het contact I passeert, wordt dit contact enige tijd gesloten en de spoel I van een bijbehorend relais bekrachtigd; de aangesloten lampen worden daardoor op de beschikbare bedrijfsspanning aangesloten, terwijl ook nadat genoemde bekrachtigingsstroom is verbroken, geen verandering in de situatie ontstaat daar een vergrendeling het terugleggen van de contacten van het relais verhindert. Pas als de nok u' het contact U passeert en dit contact daardoor enige tijd wordt gesloten, wordt de ontgrendelingsspoel U bekrachtigd en de lampenstroom onderbroken. Daar schakelklok en relais praktisch een geheel vormen en in één omhulling zijn ondergebracht, zijn de draden tussen beide zwart aangegeven.

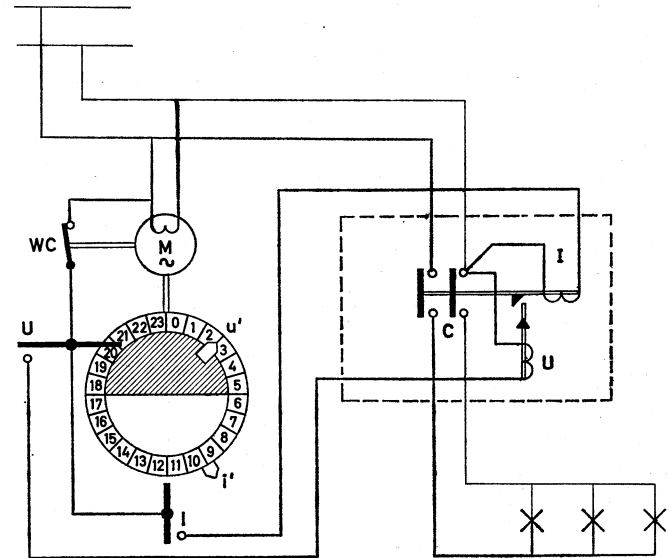


Fig. 36. Schakelklok met elektr.magn. schakelaar

37. Elektrische nachtverlichting voor hotels (werkingsschema)

Doel: Bij het uitvallen van het plaatselijk energienet moet de noodverlichting, een hulpverlichting die normaal op een trafo 220/24 V is aangesloten, omgeschakeld worden op een 24 V batterij, terwijl de transparantverlichting eveneens op de batterij moet worden geschakeld.

Inrichting: De in het schema genoemde algemene verlichting voorziet in de hulpverlichting van gangen, trappen, corridors en enige andere daarvoor in aanmerking komende kamers en zalen; de aangesloten lampen mogen in verband met de capaciteit van de batterij geen groter vermogen hebben dan 25 W. Om dezelfde reden mogen ook de lampen voor de transparantverlichting boven nood- en branddeuren niet groter zijn dan 10 W.

Een spanningsautomaat die bij 20 pct. spanningsvermindering afvalt, kan de algemene verlichting van de 24 V trafo overschakelen op de batterij.

Gecombineerde schakelaars en een laadschakelaar bevinden zich bij de portier. Een 24 V accumulatorenbatterij, die geladen kan worden met een gelijkrichter, voorziet in de gelijkstroomvoeding.

Schakeling:

Aan het begin van de avond worden de gecombineerde schakelaars ingezet, waardoor niet alleen de gelijkrichter, maar ook de trafo 220/24 V onder spanning komt. Normaal zal daardoor de 24 V spanningsautomaat zijn anker aantrekken en de hulpverlichtingsinstallatie onder 24 V wisselspanning komen, terwijl de transparantverlichting 24 V batterijspanning krijgt.

Valt de netspanning weg of daalt deze meer dan 20 pct., dan valt de automaat af en komt de algemene verlichting parallel aan de transparantverlichting aan de batterij te liggen.

Een controledrukknop (CD) maakt het mogelijk op elk gewenst tijdstip de goede werking van de automaat te controleren.

Wenst men buiten de avond en nacht om de batterij te laden, dan wordt de laadschakelaar ingezet.

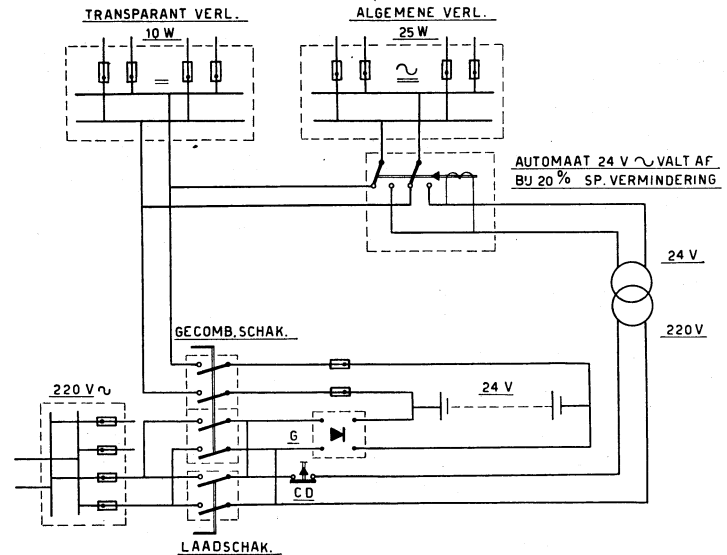


Fig. 37. Elektr. nachtverlichting voor hotels

38. Noodverlichtingsinstallatie voor feestgebouwen

Doel: Bij het uitvallen van het plaatselijk energienet moet de nood- en transparantverlichtingsinstallatie automatisch worden ingeschakeld.

Inrichting: Behalve de installatie voor de normale verlichting bezit de zaal een installatie voor minimum- en een installatie voor transparant- en noodverlichting. De laatste twee installaties worden door middel van een hoofdschakelaar A, die in de kassa of de portiersloge is aangebracht, ingeschakeld. De door de politie en brandweer vereiste minimumverlichting, die ook tijdens de voorstelling aanwezig moet zijn, is normaal op de netspanning aangesloten, evenals een trafo 220/24 V. Via laatstgenoemde trafo wordt ook de transparantverlichting (boven nooduitgangen en de tredenverlichting van de trappen) gevoed. De nood- en transparantverlichting worden op een 24 V batterij geschakeld als de netspanning wegvalt of wanneer op een van de in de zaal aangebrachte zgn. paniekschakelaars I wordt gedrukt. Een tweetal beproevingsschakelaars CS1 en CS2 en een controlelamp CL, die in een alleen voor brandweerpersoneel toegankelijke kast zijn aangebracht, maken het mogelijk de installatie op haar goede werking te controleren.

Enige toelichting vereist de constructie van het in detail getekende veegcontact R₁. Wanneer het buisje dusdanig gekipt wordt, dat het kwik zich verplaatst van links naar rechts, dan zullen de ingesmolten elektroden enige ogenblikken worden doorverbonden; keert het buisje daarna in de oorspronkelijke stand terug dan kan, zoals de constructie bewijst, geen contact tussen de elektroden tot stand komen.

Schakeling:

Na het inzetten van de schakelaar A komen minimumverlichting en trafo 24 V onder spanning. De 24 V secundaire spanning aan eerdergenoemde trafo zorgt voor een, via de beproevingsschakelaar CS2 vloeiende, bekrachtigingsstroom voor de elektromagnetische omschakelaar T, waardoor de contacten van T worden omgeschakeld. De transparantverlichting komt daardoor op 24 V wisselspanning, echter niet de noodverlichting.

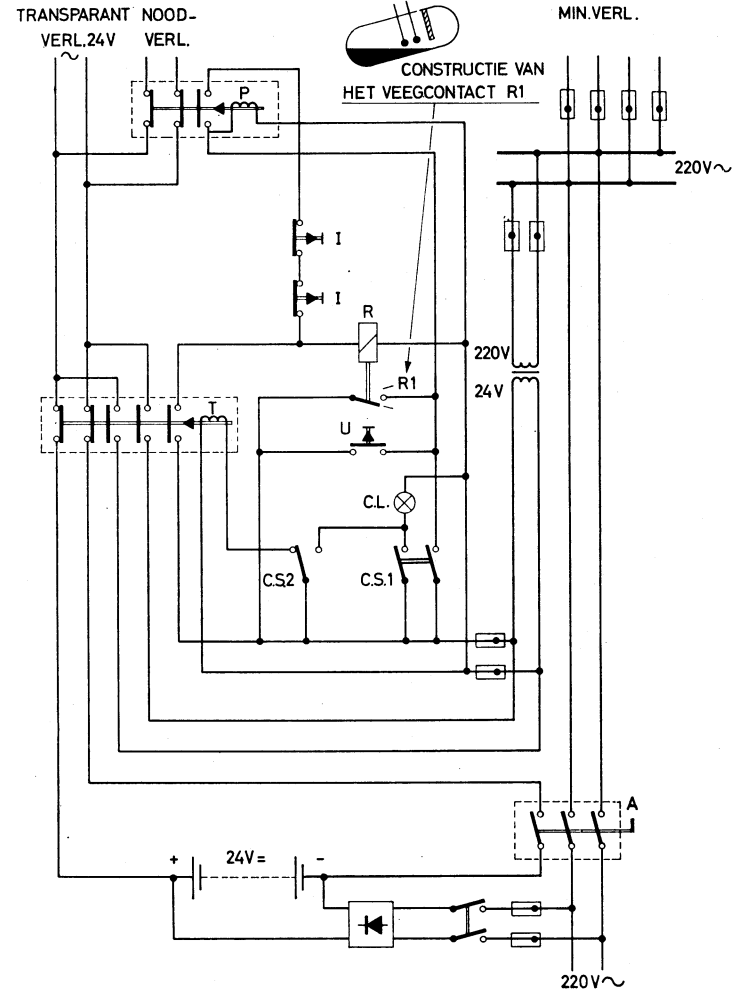


Fig. 38. Noodverlichtingsinstallatie voor feestgebouwen

Zodra nl. van de schakelaar T het rechtse contact sluit, komt relais R onder stroom, wordt het veegcontact R₁ een ogenblik gesloten, zodat de magneetschakelaar P wordt bekrachtigd. Het inschakelen van schakelaar P veroorzaakt een onderbreking in de voeding van de noodverlichtingsinstallatie. Een zgn. houdcontact op de magneetschakelaar P zorgt ervoor, dat ook wanneer het veegcontact R₁ de stroom verbreekt, de magneetschakelaar P ingeschakeld blijft. Valt de netspanning weg, dan valt ook de schakelaar T af en komt allereerst de transparantverlichting op 24 V. Doch niet alleen valt dan de omschakelaar T af, doch bovendien het relais R en de omschakelaar P, zodat nu ook de noodverlichtingsinstallatie op de batterij komt te staan. Blijkt het om de een of andere reden, ondanks de aanwezigheid van minimum- en transparantverlichting noodzakelijk, dat de noodverlichting wordt ingeschakeld, dan kan men een van de drukknoppen I indrukken, waardoor de houdkring van de schakelaar P wordt onderbroken, zodat de noodverlichting parallel aan de transparantverlichting komt te liggen. Wenst men daarna de oorspronkelijke toestand te herstellen, dan drukt men een ogenblik op knop U, welke in de beproevingskast is geplaatst, waarna opnieuw de schakelaar P onder spanning komt en zich vervolgens over een eigen contact (het rechtse) ingeschakeld houdt.

Na schakelaar A te hebben ingeschakeld, kan de brandweerinspectie, met behulp van de beproevingschakelaars CS1 en CS2, de goede werking van de automatische schakelinrichting T en P controleren. Door CS2 om te schakelen zal de elektromagnetische omschakelaar T van de 24 V wisselspanning worden afgeschakeld, waardoor de transparant- en noodverlichting op de batterij worden geschakeld en waardoor de controlelamp CL gaat gloeien (controle op de goede werking van T). Daarna wordt CS1 ingeschakeld, waardoor via de magneetschakelaar P de noodverlichting zal uitschakelen. Ook CS1 geeft nogmaals de controlelamp een voeding (controle op de werking van P). Vervolgens wordt CS2 nogmaals omgeschakeld, waardoor de magnetische omschakelaar T het wisselstroomcircuit weer sluit en de batterijvoeding onderbreekt. De controlelamp CL blijft gloeien via CS1. Tenslotte wordt CS1 uitgeschakeld, waardoor

de oorspronkelijke juiste schakeltoestand is bereikt. De controlelamp CL dooft ten teken dat de beproevingschakelaars CS1 en CS2 in de juiste stand zijn teruggekeerd.

De lading van de batterij geschiedt door middel van een aparte gelijkrichter, welke met de gelijkstroomzijde parallel aan de batterij wordt geschakeld en primair aan de netspanning wordt aangesloten via hoofdschakelaar en smeltveiligheden.

39. Omschakeling van draaistroom- op gelijkstroomnet

Wenst men voor noodverlichting geen aparte verlichtingsapparaatuur voor lagere spanning dan de netspanning aan te brengen, dan moet men kunnen beschikken over een speciaal daarvoor geschikte stroombron bijv. een accumulatorenbatterij.

Omschakeling van de belasting van het normaal beschikbare draaistroomnet op de gelijkstroomrails kan met behulp van één stapelschakelaar geschieden. Zoals uit de figuur blijkt bestaat hier de schakelaar uit 4 secties, elk voorzien van een groep schakelsegmenten.

De lampen L3, L2 en L1 die normaal aangesloten zijn op R en O, S en O, resp. T en O, kunnen natuurlijk ook lampengroepen zijn.

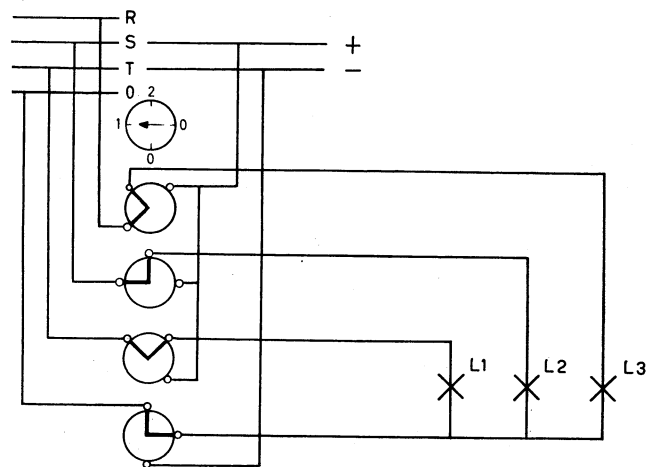


Fig. 39. Omschakeling van draaistroom- op gelijkstroomnet

40. Kookplaat met enkelpolige regelschakelaar

De plaat heeft 2 spiralen R1 en R2 die met behulp van een stapelschakelaar kunnen worden geschakeld.

Zoals uit de figuur blijkt, heeft de schakelaar 2 secties.

In stand 0 is alles uitgeschakeld.

In stand 1 staan R1 en R2 in serie geschakeld op de volle spanning.

In stand 2 staat R1 alleen op de volle spanning.

In stand 3 staan R1 en R2 parallel op de spanning.

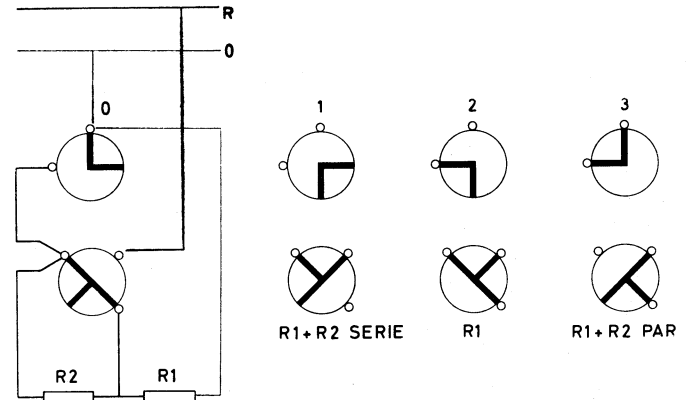


Fig. 40. Kookplaat met enkelpolige regelschakelaar

41. Kookplaat met dubbelpolige regelschakelaar

De plaat heeft 2 spiralen R1 en R2 die met behulp van een stapelschakelaar op 3 wijzen kunnen worden geschakeld.

Zoals uit de figuur blijkt, heeft de schakelaar 3 secties.

In stand 0 zijn R1 en R2 niet alleen stroom-, maar ook spanningsloos.

In stand 1 staan R1 en R2 in serie geschakeld en wordt het kleinste vermogen opgenomen.

In stand 2 staat alleen R1 op de volle spanning en is het opgenomen vermogen groter.

In stand 3 staat R1 en R2 parallel op de netspanning en is het opgenomen vermogen maximaal.

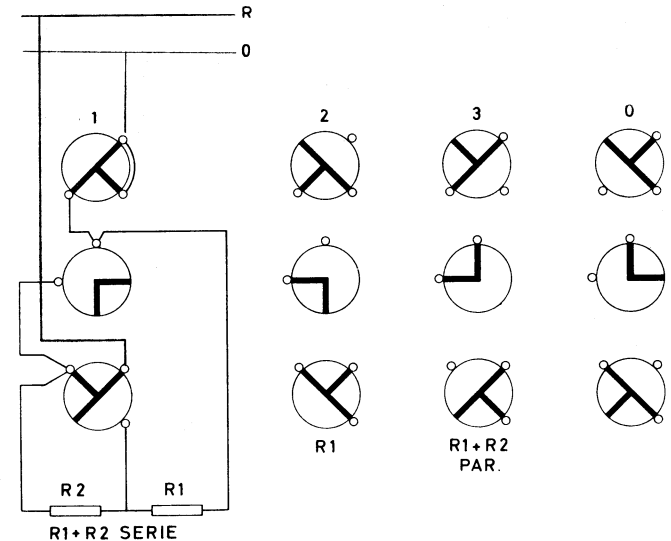


Fig. 41. Kookplaat met dubbelpolige regelschakelaar

42. Serie-parallelschakelaar voor elektrisch fornuis

De schakelaar bestaat uit 2 evenwijdig aan elkaar opgestelde contactenkransen, één krans P1 met de contactstukken a, b en c (gearceerd) en een tweede contactenkrans met de contactstukken k, l, m, n en p (eveneens gearceerd). Alle contactstukken op P1 moeten onderling doorverbonden gedacht worden evenals alle contactstukken op de krans P2.

Er zijn bovendien 5 contactvingers A, B, C, D en E.

In de tekening zijn de kransontrekken in een plat vlak neer geslagen. De verwarmingsspiralen zijn met RI en RII aangegeven.

In stand 0 staat alles geïsoleerd.

In stand 1 van de schakelaar komt de volgende stroomloop tot stand: fase - contactvinger A - contactstuk 2 - contactstuk b - contactvinger C - klem 3 - spiraal RII - klem 2 - spiraal RI - klem 1 - contactvinger E - contactstuk m - contactstuk p - contactvinger D - nul.

In stand 2 van de schakelaar ontstaat de volgende stroomloop: fase - contactvinger A - contactstuk c - contactstuk a - contactvinger B - klem 2 - spiraal RII - klem 3 - contactvinger C - contactstuk l - contactstuk n - contactvinger D - nul.

In stand 3 worden de volgende stroomlopen aangetroffen: fase - sleepvinger a - contactstuk b - contactstuk C - contactvinger B -

klem 2 { Spiraal RI - klem 1 - contactvinger E - contactstuk p
Spiraal RII - klem 3 - contactvinger C - contactstuk k
contactstuk l - contactvinger D - nul.

In het kort samengevat:

Stand	Doorverbinding	Schakelingen
0	Geen	Alles uit
1	P1 met C en P2 met 1	RI en RII in serie geschakeld
2	P1 met 2 P2 met C	RII ingeschakeld
3	P1 met 2 P2 met 1 + 3	RI en RII Parallel geschakeld

Draairichting contactenkrans P1

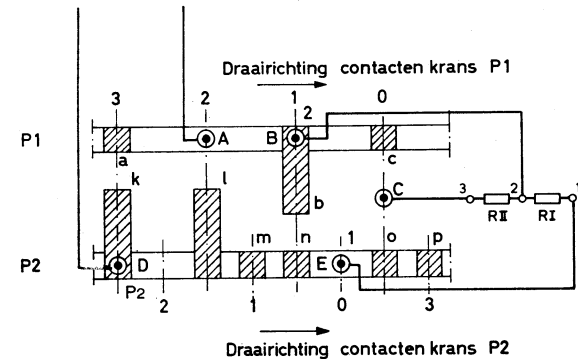


Fig. 42. Serie-parallelschakelaar voor elektrisch fornuis

43. Schakelingen van fluorescentielampen voor lage spanning

Een fluorescentielamp is een gasontladingslamp met een negatieve karakteristiek, d.w.z. bij boogontlading in de lamp daalt de spanning bij toenemende stroom. Afhankelijk van de lengte van de lichtzuil en dus van de buislengte (60-150 cm) ligt de bedrijfsspanning tussen 60 en 115 V en deze waarde mag niet worden overschreden teneinde een voor de lamp ontoelaatbaar grote stroom te voorkomen. Praktisch komt dit hierop neer, dat de lamp ontsteken moet op een hogere spanning en dat na ontsteking en het aangroeien van de stroom tot zijn nominale waarde, de lampspanning moet dalen tot een zeer bepaalde lagere waarde. Dit betekent, dat altijd een weerstand of smoorspoel zal moeten worden voorgeschakeld. Toepassing van een weerstand betekent energieverlies en toepassing van een smoorspoel veroorzaakt positieve faseverschuiving in het net. Tegen het eerste heeft de afnemer van elektrische energie bezwaar en tegen het tweede de leverancier. Bij toepassing van een weerstand wordt een gloeilamp gekozen en bij toepassing van een smoorspoel past men de zgn. duoschakeling toe (schakeling 49).

Tenslotte is het in het algemeen noodzakelijk tot inleiding van de ontsteking de elektroden voor te verwarmen, waartoe dus vooraf een stroom door de elektroden moet worden geleid en waarbij veelal van een zgn. starter gebruik wordt gemaakt.

De starter onderbreekt na een bepaalde tijd de verwarmingsstroom, waarbij op hetzelfde moment de lamp ontsteekt en de boogontlading begint.

44. Aansluiting van fluorescietlamp op 225 V wisselstroom

In koude toestand is het startercontact geopend, zodat bij inschakeling de volle netspanning op de starter staat. Tengevolge van de boogontlading in het starterbuisje en de daardoor ontwikkelde warmte sluit zich het startercontact en kan een voldoende grote stroom in de lampelektroden ontstaan om deze te doen gloeien. Vervolgens zal door het verdwijnen van de boogontlading in het starterbuisje het startercontact zich weer openen waardoor de volle netspanning op de thans voorgewarmde en gloeiende lampelektroden komt te staan en de boogontlading tot stand komt, waarbij de stroom door de lamp begrensd wordt door de smoorspoel L.

De bedrijfsspanning van 60-115 volt is niet in staat om een stroom in de starter te veroorzaken, waardoor deze koud blijft. Hierdoor blijft het startercontact geopend.

De condensator C1 dient tot compensatie van de positieve faseverschuiving, die door aanwezigheid van L zou optreden.

Deze wijze van compensatie stuit bij de stroomleveringsbedrijven op bezwaren.

De condensator C2, die in de regel in de starteromhulling is ondergebracht, moet radiostoringen voorkomen.

Men gebruikt bij het bedienen van straatverlichting enz. zgn. audiofrequente signalen van ± 500 Hz. Parallelcondensatoren vormen voor deze signalen een kortsluiting. Om dit te voorkomen gebruikt men de zgn. „duoschakeling” (zie schema fig. 49) welke deze bezwaren opheft.

45. Aansluiting van fluorescietlamp op 220 V gelijkstroom

Hier kan stroombegrenzing niet worden bereikt met behulp van een smoorspoel. Daarom is een weerstand R in serie met de lamp geschakeld. De toch nog aanwezige smoorspoel L verzekert een goede ontsteking. Na verbreking van de stroom door de lampelektroden wordt in de smoorspoel een e.m.k. opgewekt die zich optelt bij de bedrijfsspanning, zodat men verzekerd kan zijn van een voldoende grote ontstekingspanning tussen de elektroden van de lamp.

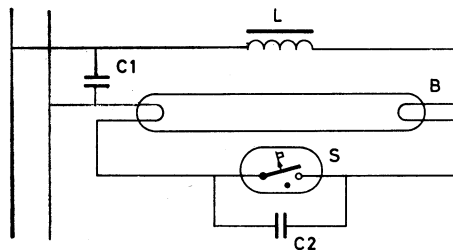


Fig. 44. Aansluiting van fluorescietlamp op 225 V wisselstroom

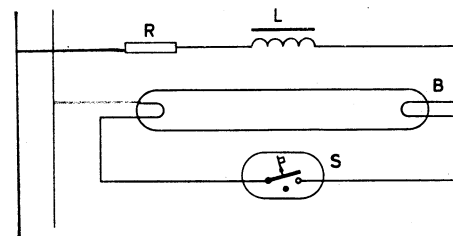


Fig. 45. Aansluiting van fluorescietlamp op 220 V gelijkstroom

46. Schakeling van fluorescentielamp op 125 V wisselspanning met spaar-lektransformator voorzien van compensatie-wikkeling

Daar een spanning van 125 V te gering is om de lamp te doen ontsteken, moet de spanning worden omhoog getransformeerd. In de schakeling volgens fig. 46 gebeurt dit met behulp van een spaartransformator. Door deze transformator als lektransformator te construeren doet de sec. wikkeling na het ontsteken dienst als smoorspoel.

Een speciaal aangebrachte wikkeling, die in serie geschakeld is met de faseverschuivingscompensatiecondensator C, maakt het mogelijk voor C een kleinere capaciteit te kiezen dan bij normale parallelschakeling van C en lamp mogelijk zou zijn.

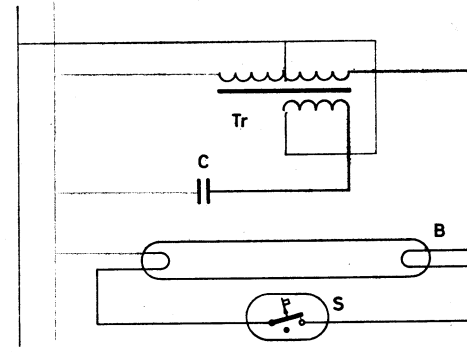


Fig. 46. Schakeling van fluorescentielamp op 125 V wisselspanning

47. Serie- of tandemschakeling van fluorescentielampen

Voor lampen met een vermogen van 20 W en een bedrijfsspanning van 60 V bestaat de mogelijkheid deze in serie op 220 V aan te sluiten. Na inschakeling zijn elektroden, starters en smoorspoel in serie geschakeld. Nadat de startercontacten zich hebben gesloten worden de elektroden voorverwarmd. Vervolgens gaan de startercontacten, de een na de ander open en ontsteken de bijbehorende lampen.

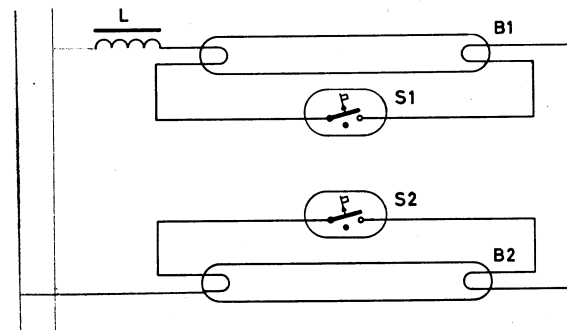


Fig. 47. Serie- of tandemschakeling van fluorescentielampen

48. Schakeling voor TLM-lamp zonder starter

Deze schakeling is een resonantieschakeling. De wikkelingen van L1 en L2 zijn tegengesteld gewonden, zodat L2 en C tezamen een resonantiekring vormen bij inschakeling.

Door de hoge spanning die over die kring ontstaat zal, nadat de elektroden voldoende voorverwarmd zijn, de lamp kunnen ontsteken. Na de ontsteking beperkt L1 de door de lamp opgenomen stroom tot zijn nominale waarde. In deze schakeling worden audiofrequente signalen geblokkeerd.

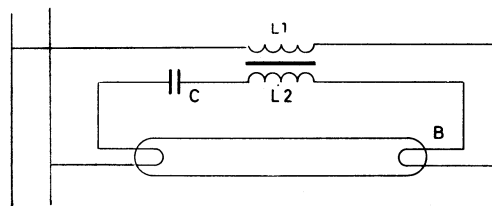


Fig. 48. Schakeling voor TLM-lamp zonder starter

49. Duoschakeling van fluorescentielampen

Lamp B1 en lamp B2 zijn parallel geschakeld. In de stroomkring van B1 is een smoorspoel tot beperking en stabilisering van de stroom opgenomen, waarbij de stroom zal nadjlen op de spanning, nl. $\pm 60^\circ$.

In de stroomkring van B2 neemt men een smoorspoel en een condensator op eveneens tot beperking en stabilisering van de stroom; hier ijlt echter de stroom $\pm 60^\circ$ voor op de spanning.

Het resultaat is dat totale stroom en netspanning met elkaar in fase zullen zijn.

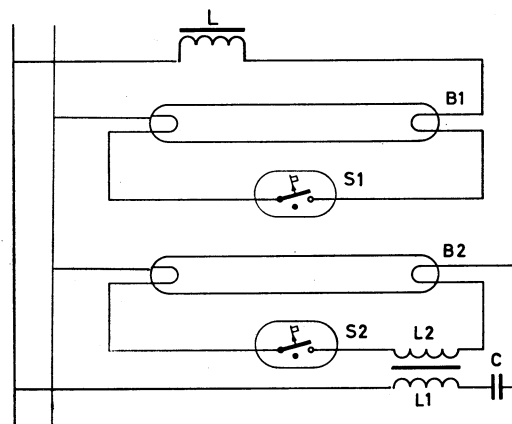


Fig. 49. Duoschakeling van fluorescentielampen

KRACHTSCHAKELINGEN

INLEIDING

In de hierna volgende werkingsschema's is zoveel mogelijk rekening gehouden met de symbolen uit NEN 2052. Wanneer het noodzakelijk bleek om de werking van bepaalde schema's duidelijk te maken, is hiervan afgeweken. Hierbij is echter wel, zoveel als mogelijk was, rekening gehouden met de symbolen uit NEN 2052.

De grond- of installatieschema's zijn in overeenstemming met de symbolen uit NEN 2052 en richtlijnen voor tekenen op elektrotechnisch gebied NEN 1058.

GELIJKSTROOMAPPARATEN

1. Smeltveiligheden en schakelaars

Smeltveiligheden

Smeltveiligheden dienen ter beveiliging van machines, schakel-, regel- en meetapparatuur.

Toegepast worden:

- 1e. Schroefveiligheden; symbool volgens A.
- 2e. Open buisveiligheden; symbool volgens B.
- 3e. Gesloten of kortsluitvaste veiligheden; symbool volgens C.

Schakelaars

Stromen worden gesloten en verbroken met schakelaars. Toegepast worden o.a.:

- 1e. Schakelaars met enkele onderbreking; symbool volgens D.
- 2e. Schakelaars met dubbele onderbreking; symbool volgens E.
- 3e. Omschakelaars zonder onderbreking in ruststand; symbool volgens F.
- 4e. Omschakelaars met onderbreking in de ruststand; symbool volgens G.

Vanaf de machine moet men:

- 1e. Dynamo's eerst beveiligen, dan schakelen volgens H.
- 2e. Motoren eerst schakelen, dan beveiligen volgens J.

Schakelaars kunnen zodanig zijn ingericht, dat zij beveiligen tegen verandering van stroomrichting. Deze schakelaars worden dan dikwijls terugstroomautomaten genoemd.

De inrichting van een schakelaar met terugstroombeveiliging volgt uit K; het symbool volgt uit L. Wanneer een schakelaar uitschakelt bij het wegvallen van de spanning, spreekt men van een schakelaar met nulspanningsbeveiliging. Van een dergelijke schakelaar geeft M de inrichting en N het symbool. Zorgt een

schakelaar voor uitschakeling bij het overschrijden van een bepaalde stroomsterkte, dan noemt men deze een schakelaar met maximumstroombeveiliging. Volgt uitschakeling door magnetische werking van de elektrische stroom dan wordt de schakelaar gesymboliseerd door O; bij uitschakeling door thermische werking van de stroom volgt het symbool uit P.

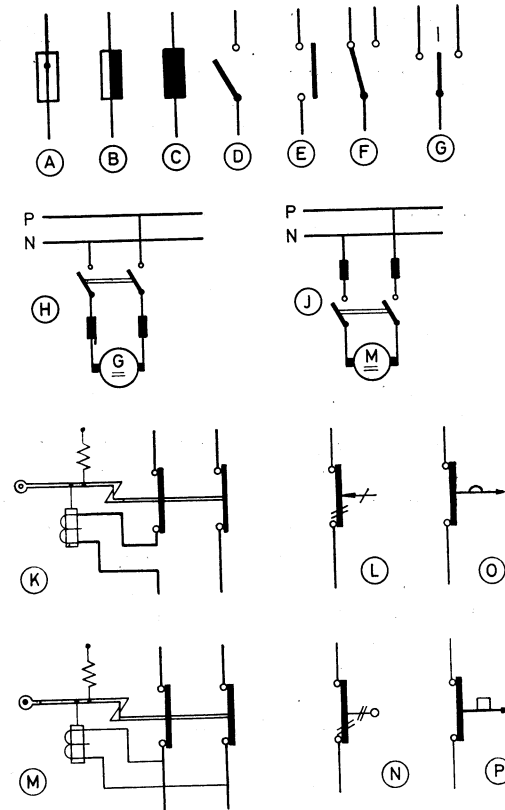


Fig. 1. Smeltveiligheden en schakelaars

2a. Veldregelaar shunt dynamo

Deze regelaar wordt in de shuntketen opgenomen (d.w.z. komt in serie met de magneetwikkeling) om de bekrachtigingsstroom (stroom door de magneetwikkeling) te vergroten of te verkleinen.

Daar de wikkeling veel windingen heeft, zal de inductiespanning bij het uitschakelen een aanzienlijke waarde kunnen bereiken. Om nadelige gevolgen te voorkomen, is het kortsluitcontact q aangebracht, waardoor de shuntwikkeling bij uitschakeling van de bekrachtigingsstroom wordt kortgesloten.

De regelaar heeft drie klemmen:

- aan q is het kortsluitcontact verbonden;
- aan s de contactarm;
- aan t het uiteinde van de weerstand.

N = symbool volgens NEN 2052.

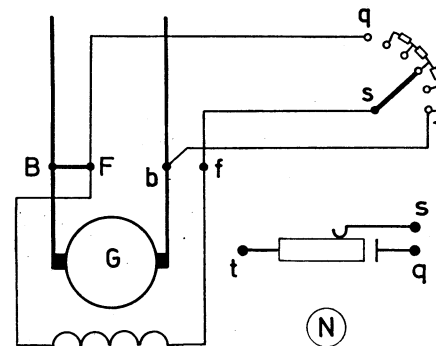


Fig. 2a. Veldregelaar shunt dynamo

2b. Veldregelaar seriedynamo

Daar bij deze dynamo de magneetwikkeling in serie met het anker staat, kunnen we hier de veldstroom niet regelen door een weerstand, die in de magneetketen wordt geschakeld. Daarom wordt de regelaar hier parallel aan de veldwikkeling aangesloten; aldus kunnen we de bekrachtigingsstroom doen toe- of afnemen, door een gedeelte van de ankerstroom (die zich bij S vertakt) door de regelweerstand te laten vloeien. De regelaar heeft twee klemmen (geen kortsluitcontact):

- aan s is de contactarm verbonden;
- aan t het uiteinde van de weerstand.

N = symbool volgens NEN 2052.

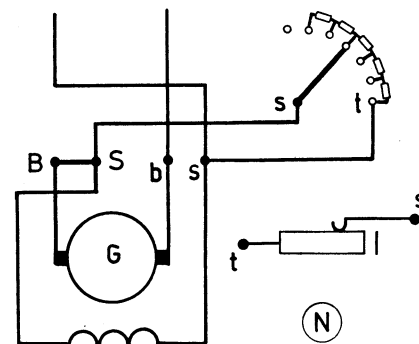


Fig. 2b. Veldregelaar seriedynamo

3a. Aanzetter shuntmotor

De aanzetter wordt in serie met het anker geplaatst; het in de aanzetter optredende spanningsverlies verlaagt de spanning waarop het anker is aangesloten. Daardoor wordt de aanloopstroom beperkt, omdat bij het begin van de aanloop de tegen-e.m.k. nog nul is. Daar de shuntwikkeling direct op de volle spanning moet staan, in verband met het bij aanloop te ontwikkelen koppel, mag deze wikkeling niet op de ankerklemmen worden aangesloten. De shuntwikkeling moet derhalve vóór de aanzetter worden aangesloten, waartoe een extra contact-boog is aangebracht.

De aanzetter heeft drie klemmen:

- aan L komt de leiding;
- aan M komt de shuntwikkeling;
- aan R komt het anker.

N = symbool volgens NEN 2052.

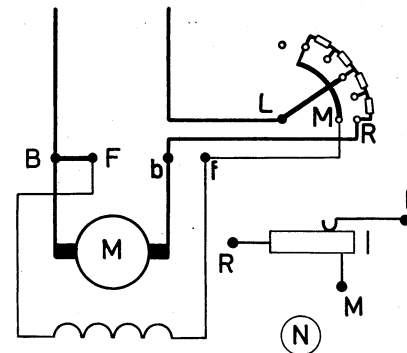


Fig. 3a. Aanzetter shuntmotor

3b. Aanzetter seriemotor

De aanzetter mag hier tegelijk met de ankerstroom ook de magneetstroom verkleinen. De bovenomschreven moeilijkheden komen nu dus niet voor. De weerstand van de aanzetter wordt eenvoudig in serie met het anker gezet.

De aanzetter heeft twee klemmen:

- aan L komt de leiding;
- aan R komt het uiteinde van de seriewikkeling.

N = symbool volgens NEN 2052.

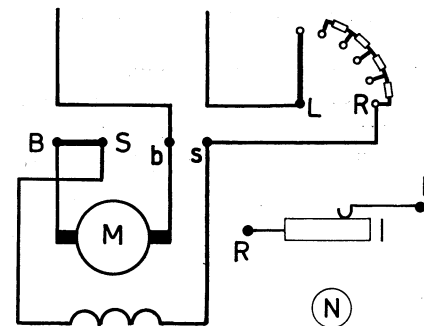


Fig. 3b. Aanzetter seriemotor

4a. Aanzet-omkeerweerstand voor seriemotor

Omkeerschakelaar en aanzetter zijn hier gecombineerd.

Indien de P-kant van de contactarm op de bovenste weerstand en de rail b staat en de Q-kant op a en c dan heeft de stroom in het anker de richting b-B (getrokken pijl).

Staat de P-kant van de contactarm op de onderste weerstand en de Q-kant op rail a en b dan gaat de stroom in de richting B-b door het anker (gestreepte pijl).

4b. Aanzet-omkeerweerstand voor shuntmotor

Dit is een type van een omkeeraanzetter met één weerstand. De weerstandstrappen zijn afgetakt naar de contacten links én rechts van het rustcontact R. De contactarm heeft drie armen; a en c zijn elektrisch met elkaar verbonden, b is van hen geïsoleerd.*

Beweegt men a links van het rustcontact, dan heeft de stroom in het anker de richting b-B (getrokken pijl). Beweegt men a rechts van R, dan gaat de stroom in de tegenovergestelde richting door het anker.

De stroom in de (shunt)wikkeling blijft onveranderd.

We kunnen een aanzet-omkeerweerstand ook als wals uitvoeren. Voorbeelden van zulke constructies en hun schakelingen vindt men bij de schema's van gelijkstroomschakelingen.

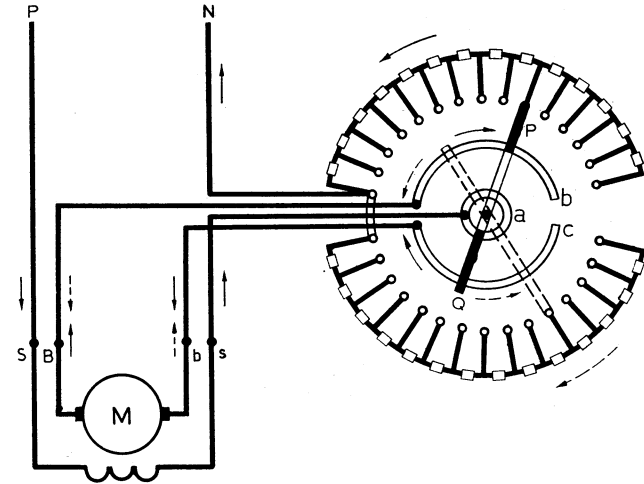


Fig. 4a. Aanzet-omkeerweerstand voor seriemotor

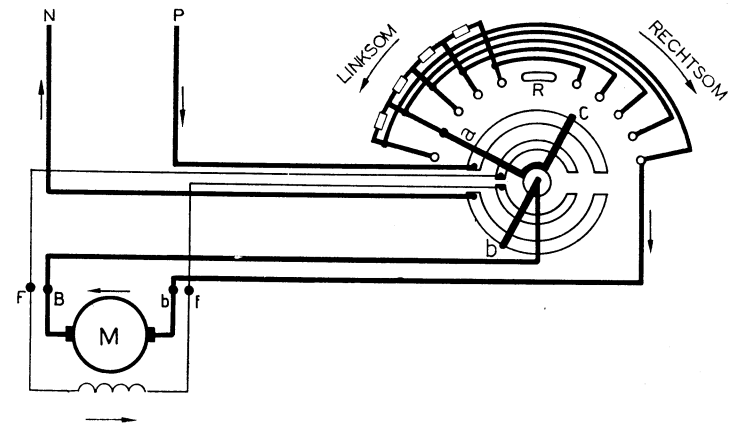


Fig. 4b. Aanzet-omkeerweerstand voor shuntmotor

* Contactarm a maakt geen contact met de binnenste contactbanen.

5a. Aanzetter-toerenregelaar voor shuntmotor

Aanzetter en toerenregelaar zijn tot een apparaat verenigd. De contactarm schakelt eerst de weerstandstrappen af waarna met dezelfde contactarm de omwentelingsnelheid kan worden geregeld.

Klem L wordt verbonden met de voelingsleiding, klem M met de magneetwikkeling en klem R met het anker van de motor.

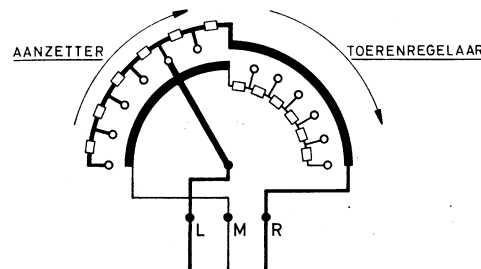


Fig. 5a. Aanzetter-toerenregelaar shuntmotor

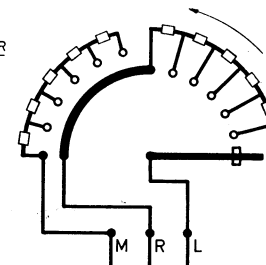


Fig. 5b. Aanzetter-toerenregelaar seriemotor

5b. Aanzetter-toerenregelaar voor seriemotor

De aansluitingen van de klemmen M, L en R komen overeen met die voor de shuntmotor.

5c. Walscontroller

De wals heeft hier behalve de 0-stand, 5 schakelstanden. Er zijn hier 6 contactvingers. De contactstroken die op een wals zijn aangebracht, zijn in de tekening in een vlak neergeslagen. In de opeenvolgende standen 1-5 worden de weerstanden a-d uitgeschakeld.

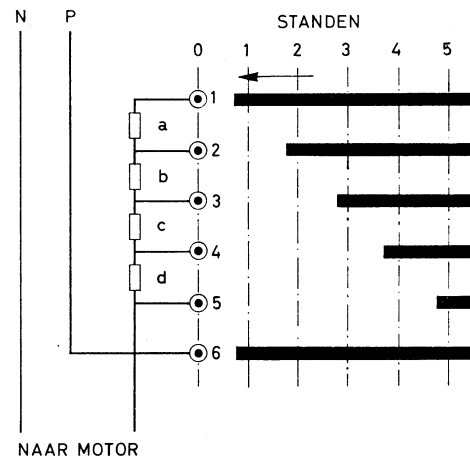


Fig. 5c. Walscontroller

6. Meetinstrumenten

Wanneer stroom en spanning niet te groot zijn, worden ampère-, volt- en wattmeter geschakeld volgens A.

Bij grotere stromen worden de ampèremeter en de stroomspoel van de wattmeter niet meer direct in de leiding opgenomen, doch aangesloten op een aftakweerstand, terwijl bij hogere spanningen aan de voltmeter en de spanningsspoel van de wattmeter een weerstand wordt voorgeschakeld, volgens B. Wenst men met een enkele ampèremeter de stroom in verschillende leidingen te meten, dan kan men een ampèremeter-omschakelaar toepassen volgens C. Wenst men met een enkele voltmeter meer spanningen te meten, dan gebruikt men een voltmeter-omschakelaar volgens D.

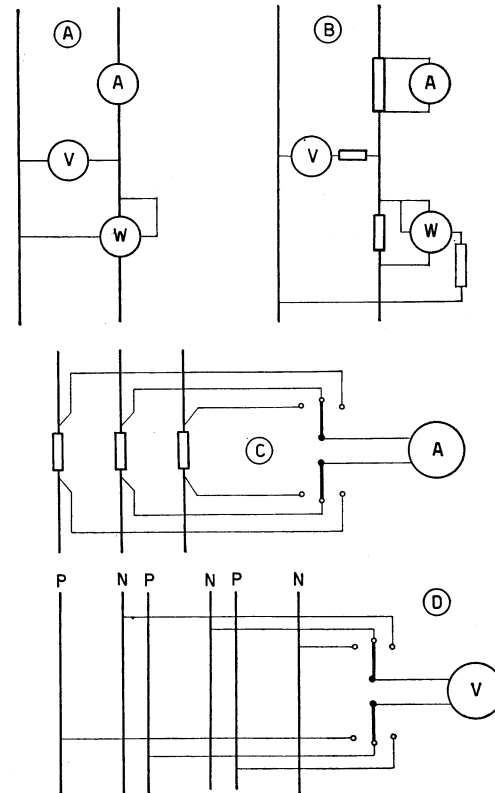


Fig. 6. Meetinstrumenten

GELIJKSTROOMSCHAKELINGEN

1. Shuntynamo

Het anker is met de klemmen B, b en de veldwikkeling met de klemmen F, f verbonden. De veldwikkeling, bestaande uit een groot aantal windingen dun draad, is parallel aan het anker geschakeld en wel via een zgn. shuntregelaar; daartoe zijn de klemmen B en F direct en de klemmen b en f via de shuntregelaar met elkaar doorverbonden.

Bij nullast is de klemmenspanning gelijk aan de in het anker geïnduceerde e.m.k. Bij toenemende belasting neemt de klemmenspanning af. Om deze echter, zoals veelal gewenst wordt, constant te houden, moet het veld sterker, dus de bekrachtigingsstroom groter worden. Dit kan worden bereikt door uitschakeling van enige weerstand op de shuntregelaar.

Teneinde de gevolgen van hoge inductiespanningen bij eventuele uitschakeling van de shunt te ontgaan, bevindt zich op de shuntregelaar nog een zgn. kortsluitcontact, dat met de klem q is verbonden. Bij de, in de figuur A, veronderstelde draairichting van het anker is aangenomen, dat klem B positief en klem b negatief is.

Wordt het anker in omgekeerde richting aangedreven, dan moeten de verbindingen op het klemmenbordje zo worden gewijzigd, dat de stroom in de magneetwikkeling niet verandert. Daartoe worden nu de klemmen F en b direct en de klemmen B en f indirect, door middel van de regelaar met elkaar doorverbonden (figuur B).

Klem b wordt nu positief en klem B negatief.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

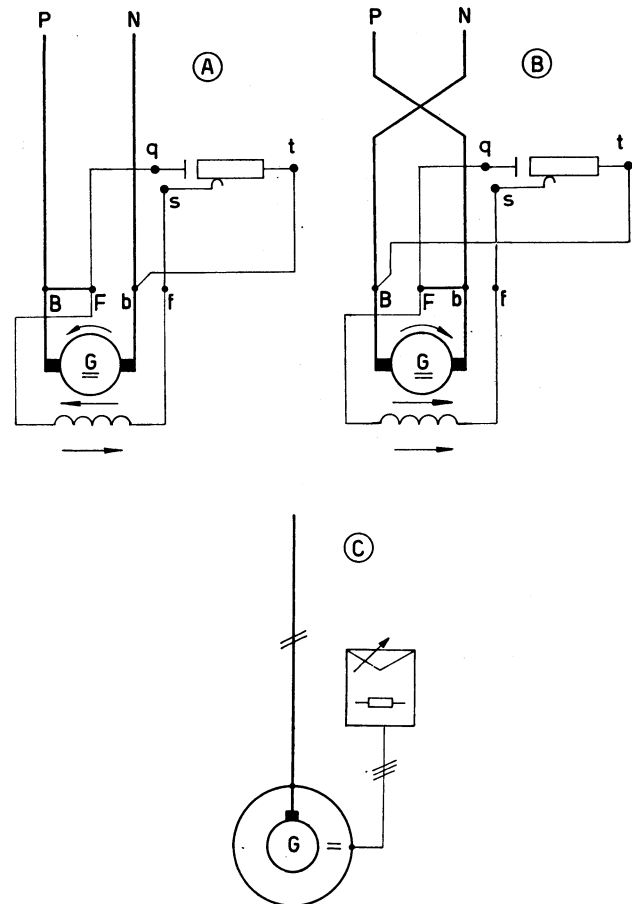


Fig. 1. Shuntynamo

2. Seriedynamo

Het anker is met de klemmen B en b, de magneetwikkeling met de klemmen S en s verbonden. De veldwikkeling, bestaande uit weinige windingen dik draad of band, is in serie met het anker geschakeld; daartoe zijn de klemmen B en S met elkaar doorverbonden. Teneinde de magneetstroom te kunnen regelen is parallel aan de magneetwikkeling een regelweerstand geschakeld.

Bij toenemende belasting neemt de magneetstroom en daarmee de e.m.k. en de klemspanning toe, ondanks het toenemende spanningsverlies in anker- en magneetwikkeling. Zodra het staal uit het magnetisch circuit de verzadigingstoestand bereikt, kan het veld niet meer sterker en dus de e.m.k. niet meer groter worden, zodat door blijvend toenemend spanningsverlies de klemmenspanning weer daalt. Enige regeling van de klemmenspanning blijft mogelijk door de aanwezigheid van de parallel aan de magneetwikkeling geschakelde, regelweerstand.

Bij de, in figuur A, veronderstelde draairichting is aangenomen, dat klem b positief en klem s negatief wordt. Wenst men het anker in omgekeerde richting aan te drijven, dan moeten de verbindingen op het klemmenbordje zo worden gewijzigd, dat de stroom in de magneetwikkeling niet van richting verandert. Daartoe worden nu de klemmen b en S met elkaar doorverbonden. Klem B wordt daarbij positief en klem s negatief (fig. B).

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

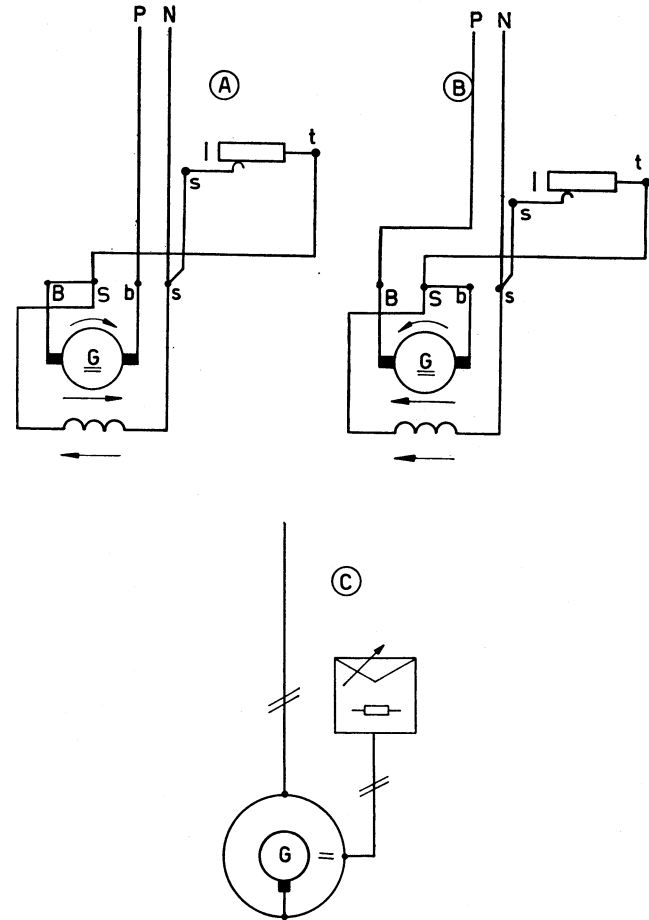


Fig. 2. Seriedynamo

3. Compounddynamo (korte compound)

Het anker is met de klemmen B-b, de shuntwikkeling met de klemmen F-f en de seriewikkeling met de klemmen S-s verbonden. De shuntwikkeling ligt parallel aan het anker, waartoe de klemmen B en F direct - en de klemmen b en f indirect via de shuntregelaar - met elkaar zijn verbonden.

De seriewikkeling is met het anker in serie geschakeld.

Bij de, in figuur A, veronderstelde draairichting is aangenomen, dat klem B positief en klem s negatief wordt.

De shuntregelaar maakt het mogelijk om de klemmenspanning (die overigens bij variërende belasting tussen bepaalde grenzen constant blijft) te regelen.

Wenst men het anker in tegenovergestelde draairichting aan te drijven, dan moeten de verbindingen op het klemmenbordje weer zo worden gewijzigd, dat de richting van de stroom in de magneetwikkelingen niet verandert. Figuur B geeft aan hoe in dat geval de verbindingen op het klemmenbordje moeten worden tot stand gebracht.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

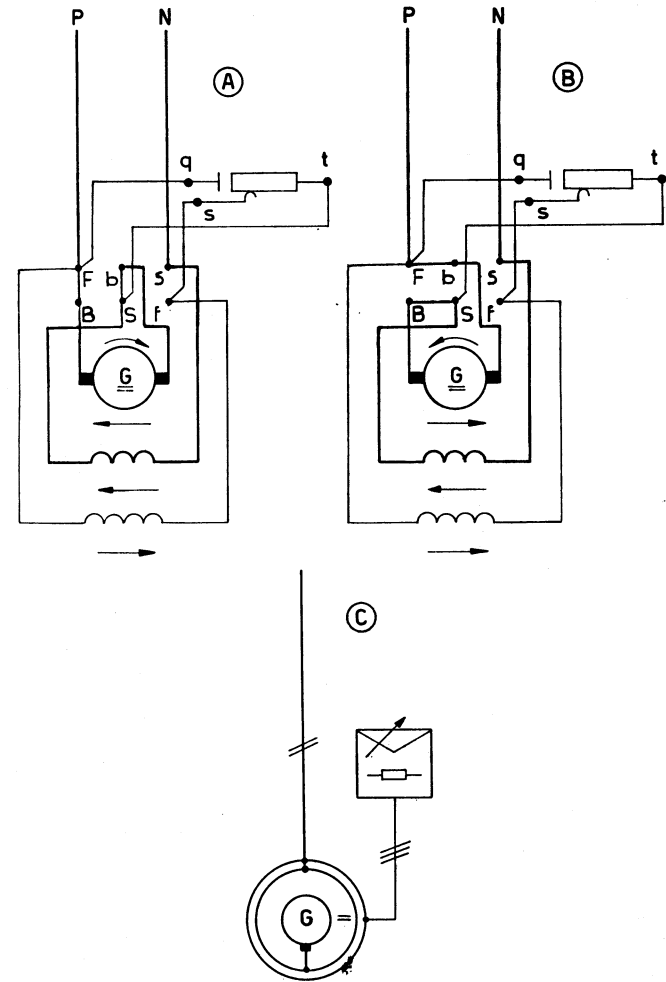


Fig. 3. Compounddynamo (korte compound)

4. Compounddynamo (lange compound)

De schakeling wijkt slechts in zoverre van de voorgaande af, dat de shuntwikkeling vanaf het anker gerekend, niet voor doch achter de seriewikkeling wordt afgetakt.

In figuur A is een bepaalde draairichting verondersteld, waarbij klem B positief en klem s negatief is, terwijl de stroom in anker en magneetwikkeling weer door pijlen is aangegeven.

In figuur B is de draairichting tegengesteld en zijn de verbindingen op het klemmenbordje weer zodanig gewijzigd, dat de stroom in de magneetwikkelingen niet is veranderd.

Fig. C geeft het grondschem of installatieschema.

Voor de aanduiding van de aansluitklemmen zijn nog geen internationale regels vastgesteld.

Hieronder volgt een tabel van de meest voorkomende.

klemmen	Nederl.	Engels	Frans	Duits	Amer.
ankerborstels	B-b	A-AA	A-AA	A-B	A1-A2
shuntwikk.	F-f	Z-ZZ	F-FF	C-D	F1-F2
seriewikk.	S-s	Y-YY	S-SS	E-F	S1-S2
hulpwikk.	C-c	H-HH	C-CC	G-H	C1-C2
compensatie-wikkeling	K-k	H-HH	K-KK	G-H	K1-K2
onafhankelijke wikkeling	E-C	X-XX	F-FF	J-K	F ₁ -F ₂

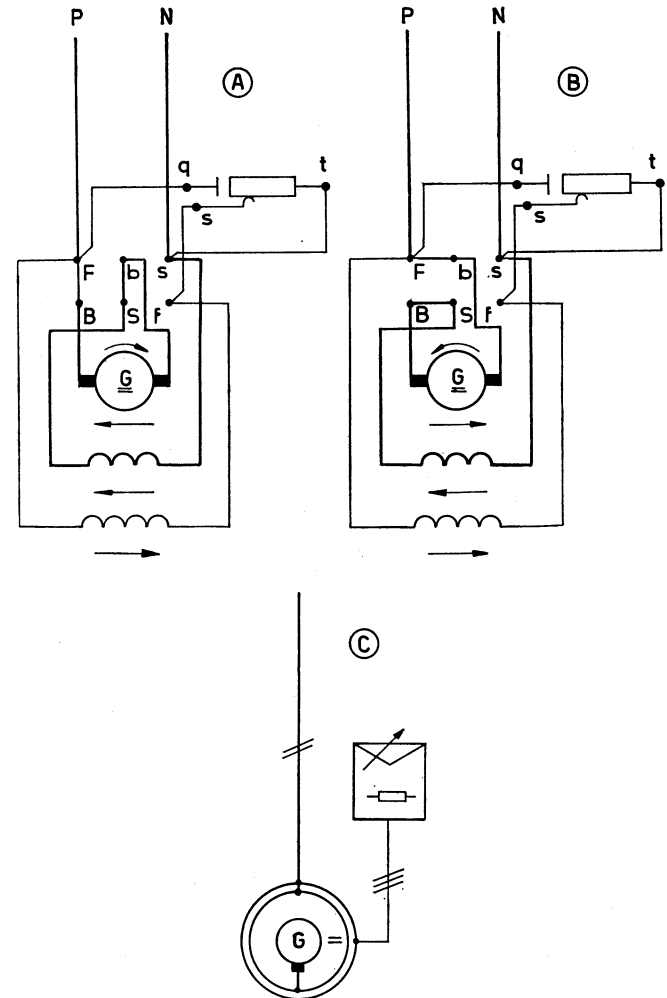


Fig. 4. Compounddynamo (lange compound)

5. Parallelschakeling van shunt-dynamo's

In de draden of kabels die van de klemmen B-b naar de verzamelrails lopen, zijn veiligheden, een schakelaar en een ampèremeter opgenomen. De schakelaars zijn voorzien van terugstroombeveiliging om te voorkomen, dat één der dynamo's als motor gaat functioneren, bij onverhoopt teruglopen van de omwentelingssnelheid en daardoor kleinere e.m.k. Een voltmeter is bij elke machine voor de veiligheden aangesloten.

Wanneer de linker-dynamo aan de rails ligt en de rechter dynamo moet worden bijgeschakeld, brengt men vooraf de laatste dynamo op spanning. Wanneer de spanning van de tweede dynamo overeenkomt met de spanning aan de rails, kan de schakelaar van de tweede dynamo worden ingezet.

Door met behulp van de resp. shuntregelaars, de spanning van de tweede iets te verhogen en de spanning van de eerste dynamo te verlagen, kan elk willekeurig deel van de belasting door de tweede dynamo van de eerste worden overgenomen.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

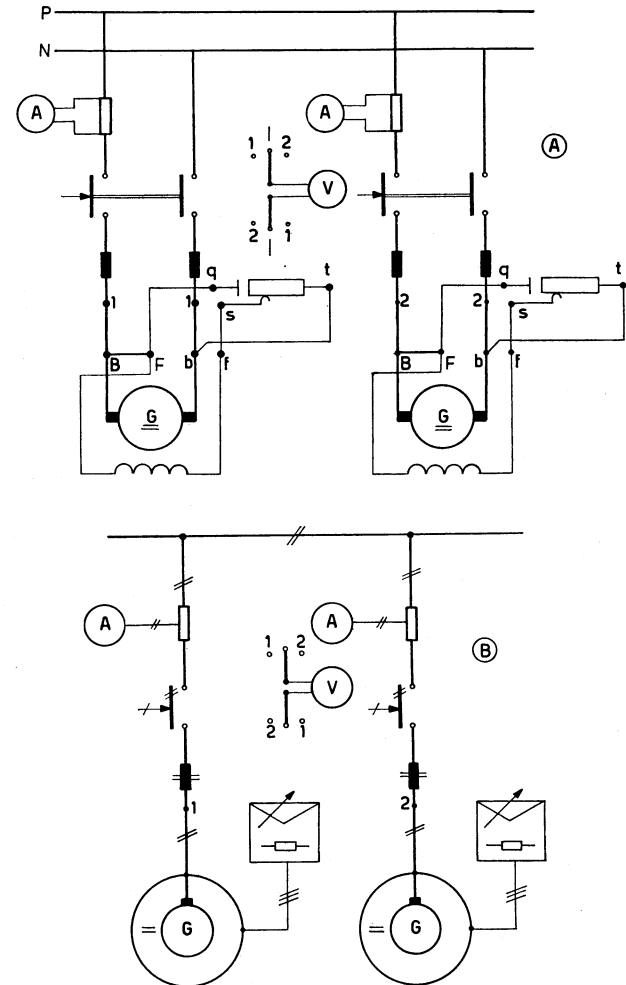


Fig. 5. Parallelschakeling van shunt-dynamo's

6. Parallelschakeling van compounddynamo's (lange compound)

De schakeling onderscheidt zich slechts van de parallelschakeling van shunt-dynamo's door een extra leiding, die de negatieve borstels S van beide dynamo's direct met elkaar verbindt. De weerstand van deze leiding moet zo klein mogelijk zijn. Deze zgn. vereffeningsleiding schakelt de serievelden van beide machines parallel. Dit voorkomt verkeerde polariteit wanneer een der beide dynamo's bijgeschakeld wordt.

Indien een der machines meer stroom gaat leveren, zal deze stroom zich over beide serievelden gelijkmatig verdelen. Hierdoor zal de bekrachtiging van de andere machine ook toenemen, waardoor de e.m.k. groter wordt. Door deze toeneming zal de belastingsstroom in deze machine ook groter worden.

Indien een der dynamo's door een of andere oorzaak als motor wil gaan draaien dan kan dit worden voorkomen door in de positieve leiding een schakelaar met terugstroombeveiliging aan te brengen. Een schakelaar met terugstroombeveiliging schakelt vanzelf uit wanneer de stroom van richting verandert.

Bij het parallelschakelen wordt eerst de tweepolige schakelaar ingeschakeld, welke de beide serievelden parallel schakelt. Men brengt de machine op spanning door middel van de shuntregelaar. Zijn de spanningen van beide machines gelijk dan kunnen door middel van de terugstroomautomaat de machines parallel geschakeld worden.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

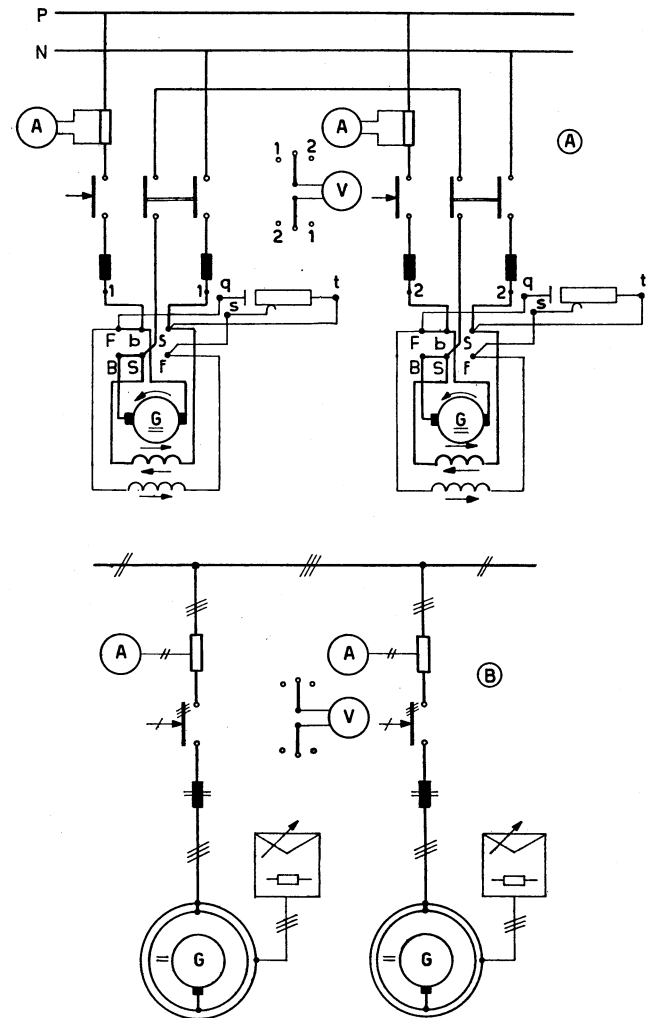


Fig. 6. Parallelschakeling van compounddynamo's

7. Shuntynamo en accumulatorenbatterij

Dynamo en batterij kunnen ieder afzonderlijk of tezamen het net voeden.

In de draden of kabels van dynamo en batterij naar de verzamelrails P en N zijn veiligheden, schakelaars en ampèremeters opgenomen. In de verbindingskabel tussen B van de dynamo en de rail P is de schakelaar als minimaal- of terugstroomautomaat uitgevoerd om te voorkomen, dat de dynamo als motor, met de batterij als stroombron, zal kunnen gaan werken.

Daar van een accumulatorcel de e.m.k. bij ontlading terugloopt van 2,1 V tot 1,85 V, is een cellenschakelaar aangebracht die de mogelijkheid openlaat zoveel cellen bij te schakelen als nodig is om de spanning aan de rails constant te houden.

Met behulp van één voltmeter en een voltmeter-omschakelaar, is zowel de dynamospanning, als de batterij- en railspanning te controleren.

In de uren, dat geen stroom aan de verzamelrails wordt onttrokken, kan de batterij door de dynamo worden geladen.

De ampèremeter in de negatieve verbindingskabel van batterij en rail geeft aan of de batterij een stroom afgeeft (dus wordt ontladen) of wel een stroom opneemt (dus wordt geladen).

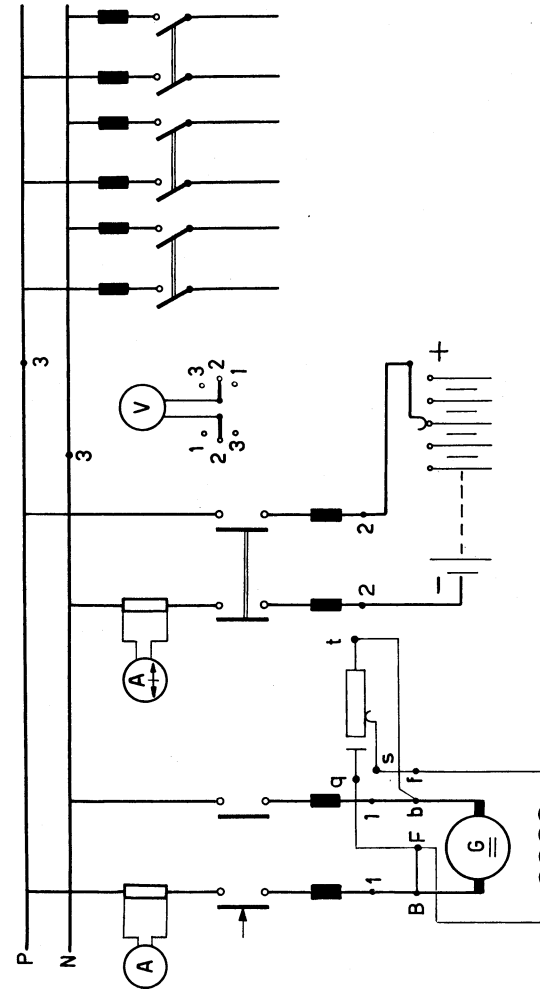


Fig. 7. Shuntynamo en accumulatorenbatterij

8. Shunt-dynamo, opjager en accumulatorenbatterij

Dynamo en batterij kunnen ieder afzonderlijk of tezamen in de belasting voorzien. Bovendien kan zonodig tijdens bedrijf de batterij worden geladen. Normaal levert de dynamo het aan de verzamelrails benodigde vermogen. In tijden van topbelasting wordt ook de batterij aan de rails gelegd teneinde overbelasting van de dynamo te voorkomen.

Bij geringe belasting bestaat gelegenheid de batterij te laden.

In de verbindingkabels tussen de dynamo, resp. batterij en de verzamelrails, is de benodigde apparatuur tot beveiliging, schakeling en meting opgenomen.

Een aantal cellen (zgn. schakelcellen) van de batterij zijn met een dubbele cellenschakelaar verbonden. Via een ontladhandel (rechtse in de figuur) kan de batterij bij de gewenste spanning worden ontladen, terwijl via een laadhandel (linkse in de figuur) de stambatterij en een willekeurig aantal schakelcellen kunnen worden geladen, resp. bijgeladen. Daar voor het laden een hogere spanning nodig is, dan aan de rails beschikbaar is, is een zgn. opjager met de railspanning in serie geschakeld. Deze opjager wordt aangedreven door een shuntmotor die op de verzamelrails is aangesloten; de shuntmotor kan worden aangezet met behulp van een gecombineerde aanzetweerstand en toerenregelaar.

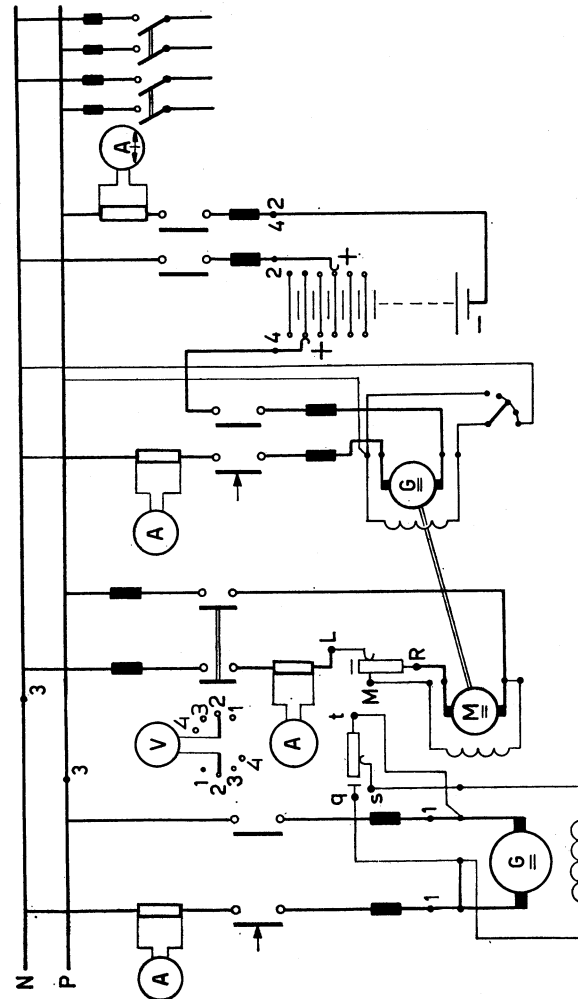


Fig. 8. Shunt-dynamo, opjager en accumulatorenbatterij

9. Drieleidersysteem

Er zijn drie verzamelrails, nl. P, O en N, waaraan 2 dynamo's zijn verbonden. De eerste dynamo is met de positieve klem verbonden met de P-rail, terwijl de negatieve klem aan de O-rail ligt. Van de tweede dynamo is de positieve klem verbonden met de O-rail en de negatieve klem met de N-rail. Tussen de rails P en N zijn dus de beide dynamo's in serie geschakeld. De railspanning tussen P en N is dan ook tweemaal groter dan de spanning tussen de rails P en O of O en N. In principe is, links onder, de schakeling nog eens aangegeven. Shuntregulateurs, veiligheidschakelaars en meetinstrumenten zijn op de gebruikelijke manier aangebracht.

Het voordeel van een drieleidersysteem is, dat men motoren op de hoge spanning en de lampen op de lage spanning kan aansluiten.

Met behulp van een accumulatorenbatterij wordt het mogelijk ook met een enkele dynamo een drieleidersysteem te doen ontstaan, zoals de principetekening rechtsonder aangeeft.

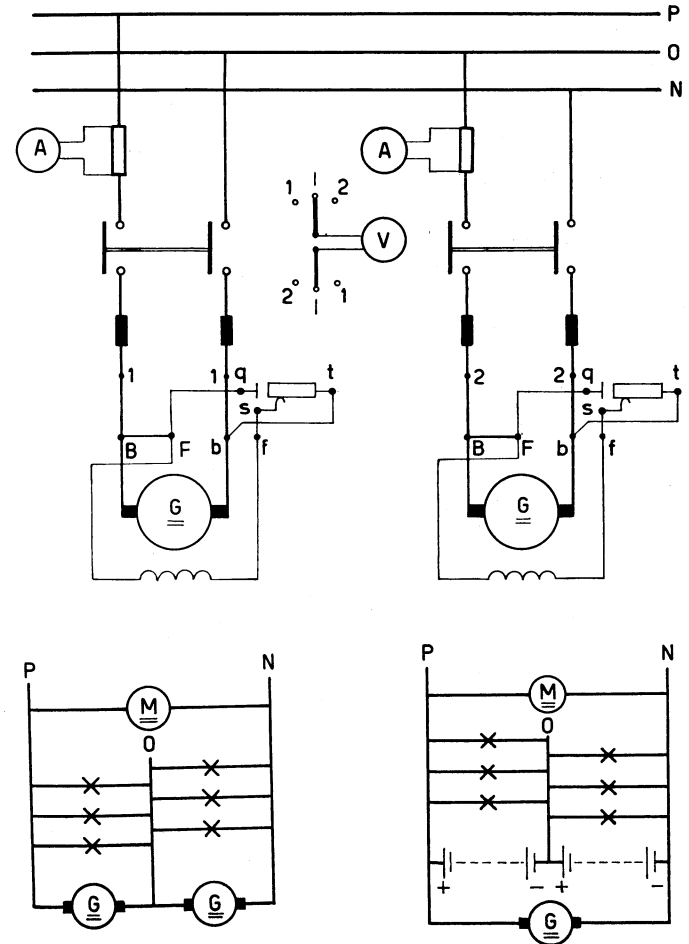


Fig. 9. Drieleidersysteem

10. Drieleidersysteem en accumulatorenbatterij

Aan drie verzamelrails P, O en N kunnen twee dynamo's en twee accumulatorenbatterijen voor stroomlevering worden geschakeld; de linkerdynamo en batterij aan de rails P en O, de rechter dynamo en batterij aan de rails N en O.

Bij normale belasting voorzien de beide dynamo's in de gevraagde belasting.

Gedurende de tijd van onderbelasting is het mogelijk de batterijen te laden en tegelijk stroom te leveren aan het net; beide batterijen zijn daartoe toegerust met een dubbele cellenschakelaar. Gedurende de tijd van topbelasting kunnen de batterijen parallel aan de stroomleverende dynamo's worden geschakeld, waardoor deze laatste worden ontlast.

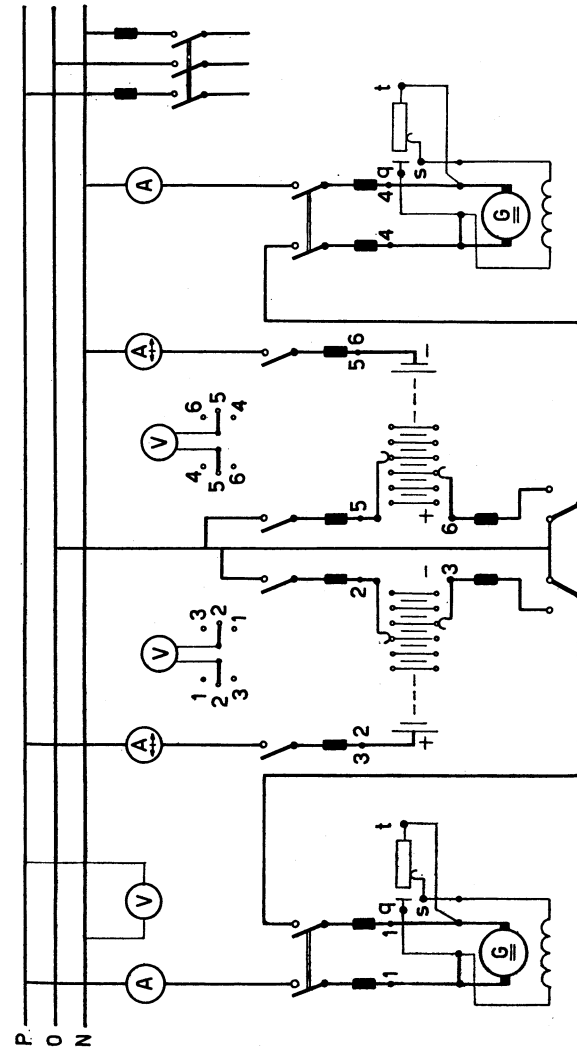


Fig. 10. Drieleidersysteem en accumulatorenbatterij

11. Shuntmotor

Op het moment, dat een motor ingeschakeld wordt, staat het anker nog stil en ontwikkelt ook geen tegen-e.m.k. Om dan ook bij het aanzetten van de motor een ontoelaatbare grote stroom te voorkomen is het noodzakelijk een aanzetweerstand voor het anker te plaatsen om daarmee de aanzetstroom tot een toelaatbare waarde te reduceren. Naarmate de motor op toeren komt, kan deze weerstand tragsgewijze worden afgeschakeld.

Tot regeling van het toerental van de motor kan een weerstand in de schakeling worden opgenomen, die de stroom door de magneetwikkeling regelt. Men noemt een dergelijke weerstand een toerenregelaar.

In figuur 11 is aangegeven hoe een shuntmotor met aanloopweerstand en toerenregelaar kan worden geschakeld, en wel A voor een draairichting linksom en B voor een draairichting rechtsom.

Als de motor op de voedingsrails wordt aangesloten, moet de aanzetweerstand geheel in- en de toerenregelaar geheel uitgeschakeld staan.

Nadat de motor is aangezet en de aanzetweerstand geheel is uitgeschakeld, kan de omwentelingssnelheid worden verhoogd door middel van een toerenregelaar. Toerenregeling naar beneden is bij deze schakeling niet mogelijk.

Opgemerkt zij, dat de schakeling zodanig is uitgevoerd, dat de veldwikkeling direct bij inschakeling op de volle spanning staat aangesloten, waardoor een sterk aanloopkoppel wordt verkregen.

Teneinde de motor in omgekeerde richting te doen draaien worden de verbindingen zo veranderd, dat wel de ankerstroom, doch niet de magneetstroom van richting verandert.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

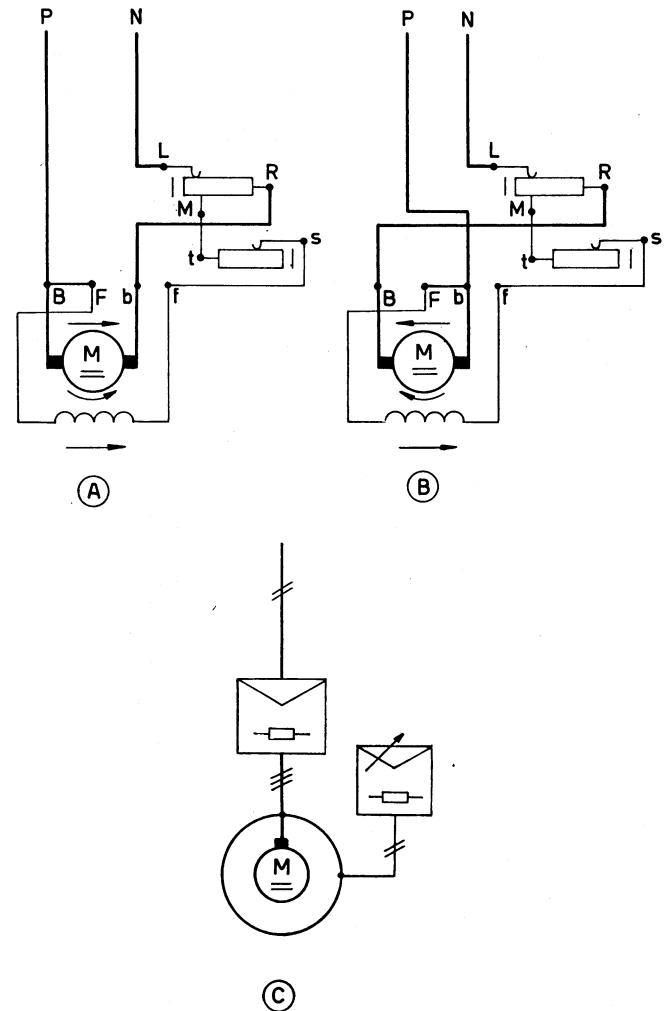


Fig. 11. Shuntmotor

12. Seriemotor

In serie met het anker en dus ook met de magneetwikkeling, is een aanzetweerstand in de schakeling opgenomen, terwijl ter regeling van het toerental een toerenregelaar parallel aan de veldwikkeling is geschakeld waardoor een gedeelte van de ankerstroom buiten de seriewikkeling om kan worden geleid. Toerenregeling naar beneden is bij deze schakeling niet mogelijk.

Teneinde de motor in tegengestelde richting te doen draaien, moeten de verbindingen weer zo worden gewijzigd, dat de stroom in het anker wel en in de magneetwikkeling niet van richting verandert.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

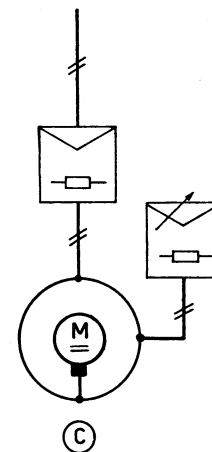
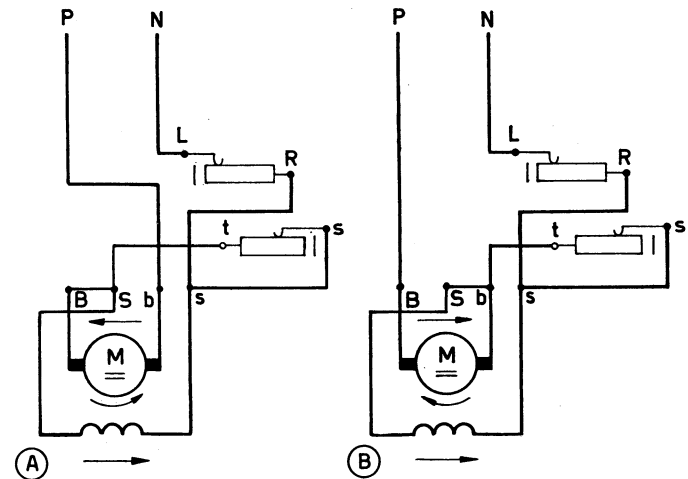


Fig. 12. Seriemotor

13. Compoundmotor

In serie met het anker is de aanzetweerstand geschakeld. De shuntwikkeling is direct op de volle spanning aangesloten. (Fig. A.)

Ter regeling van de omwentelingssnelheid kan in de shuntwikkeling een regelaar worden opgenomen op dezelfde wijze als bij de shuntmotor. Ook hier is toerenregeling naar beneden niet mogelijk.

Teneinde de motor in tegengestelde richting te doen draaien, moeten de verbindingen zo worden gewijzigd, dat wel de ankerstroom, doch niet de stroom in beide magneetwikkelingen, van richting verandert. (Fig. B.)

De serie- en de shuntwikkeling kunnen zo geschakeld worden, dat hun velden elkaar a) versterken, of b) tegenwerken. In geval a: kleiner toerental bij toenemende belasting. In geval b: constant toerental bij alle belastingen. Er is nog een derde mogelijkheid: de seriewikkeling wordt na het aanlopen kortgesloten, zodat de machine als shuntmotor verder loopt; iets afnemend toerental bij vergrote belasting, bij te regelen met toerenregelaar.

Fig. C geeft het grondschem of installatieschema.

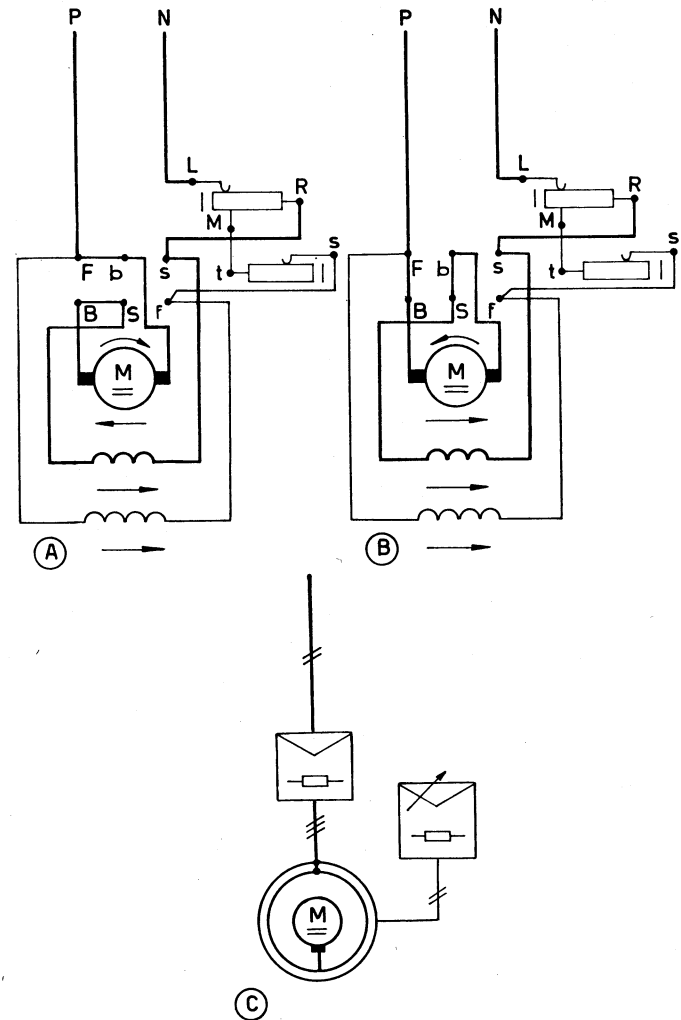


Fig. 13. Compoundmotor

14. Aanzetter - toerenregelaars

Gegeven zijn twee schema's van gecombineerd aanzetter-toerenregelaars; A voor een **shuntmotor**, B voor een **seriemotor**.

Als men de contactarm beweegt in de richting van de pijl, dan zal de motor - in beide gevallen - aanlopen. Schuift men het verder (over de helft), dan begint men de veldsterkte te regelen. Gelijk behandeld, komt de toerenregelaar bij de **shuntmotor** in serie met de veldwikkeling, bij de **seriemotor** parallel aan de wikkeling; daar dient men terdege op te letten.

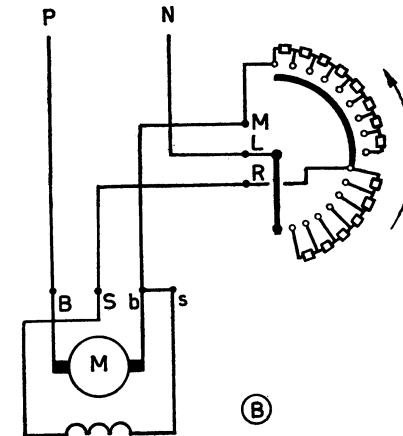
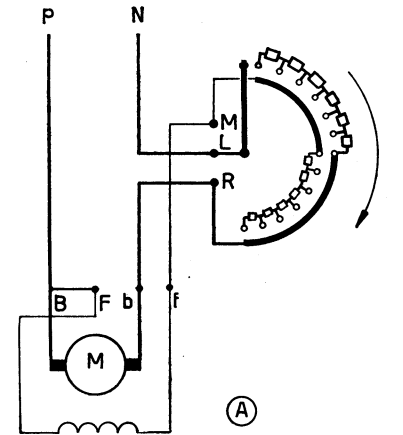


Fig. 14. Aanzetter-toerenregelaars

15. Aanzetwals voor shuntmotor

Voor motoren die vaak worden aangezet en afgeschakeld en motoren van grote vermogens, gebruikt men in plaats van een aanzetter, een **aanzetwals**. Hiermee worden enige weerstanden in serie met het anker geschakeld, die tijdens het aanzetten één voor één worden afgeschakeld.

Stand 1: alle weerstanden voorgeschakeld.

Stand 2: weerstand f afgeschakeld.

Stand 3: weerstanden e-f afgeschakeld.

Stand 4: weerstanden d-f afgeschakeld.

Stand 5: weerstanden c-f afgeschakeld.

Stand 6: weerstanden b-f afgeschakeld.

Stand 7: alle weerstanden afgeschakeld. Het anker is op de volle spanning aangesloten.

F-B worden doorverbonden, van b komt een draad naar klem R van de wals; van het net trekt men een draad naar B en een draad naar klem L; van klem M gaat een draad terug naar de motor: naar f.

Naar men ziet, is de shuntwikkeling in de eerste stand onmiddellijk op de volle spanning aangesloten.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

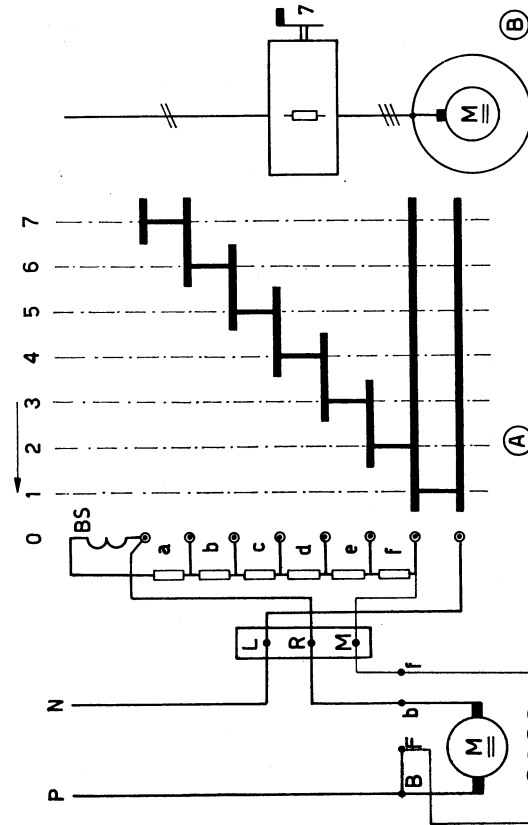


Fig. 15. Aanzetwals voor shuntmotor

16. Aanzetwals voor seriemotor

Na het voorgaande schema biedt dit weinig nieuws meer.

s-b zijn hier doorverbonden. Draad P van de voedingsrails is met klem B van de motor - en draad N van de rails met klem L van de aanzetwals - verbonden. Bovendien is klem S van de motor met klem R van de aanloopwals doorverbonden.

In stand 1 zijn alle weerstanden voorgeschakeld. Door trapsgewijze omzetten van de wals, worden achtereenvolgens de weerstanden f-a afgeschakeld. In de laatste stand is de motor op volle netspanning aangesloten.

BS is een blaasspoel die het vonken aan de contactvingers van de aanzetwals moet voorkomen.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

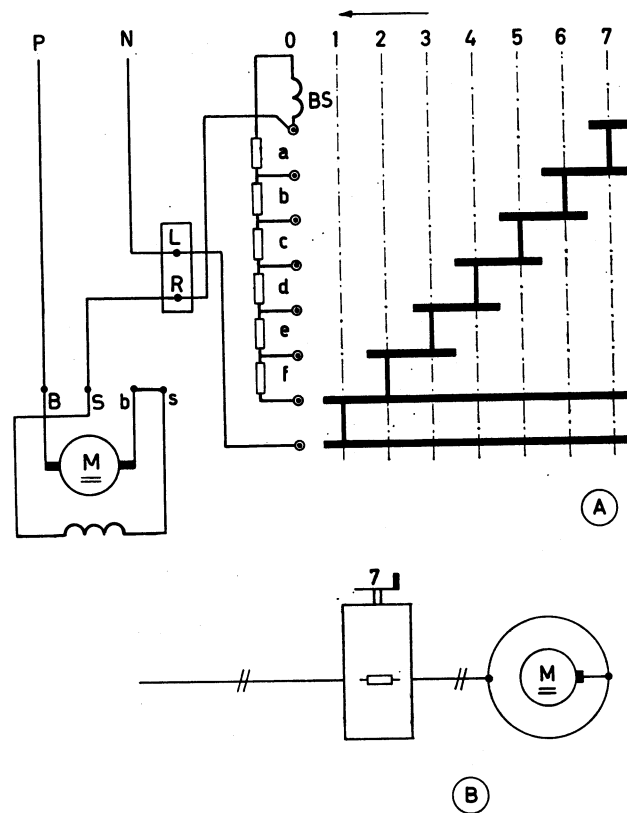


Fig. 16. Aanzetwals voor seriemotor

17. Omkeer-aanzetwals voor shuntmotor

Bij het lezen van schema's voor een omkeercontroller is enige toelichting nodig. De contactvingers of borstels zijn nl. meestal op een andere plaats getekend dan deze in werkelijkheid innemen. Dit is gedaan om een beter overzicht te krijgen bij het schema-lezen. Zo moet men in dit schema, en ook bij het volgende, de contactvingers en borstels op de plaats van de „0"-stand denken. Dit is nl. de werkelijke plaats. We zullen deze plaats bij enkele schema's met een cirkeltje aangeven.

Weerstand R dient voor het vereffenen van de zelfinductiespanning van het magneetveld. Dit schema wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het bedienen van motoren welke geregeld van draairichting veranderen. Het is echter niet geschikt voor het hijsen of strijken van zware lasten.

Hieronder worden de stroomlopen bij stand 1 links en stand 1 rechts gegeven.

Links: stand 1: ankerstroom:

Rail P, klem L2, contactvinger 7, contactstroken-schakelwals, contactvinger 8, contactvinger 5, klem R1, klem B, anker, klem b, klem R2, contactvinger 6, contactstroken-schakelwals, contactvinger 4, 3 weerstandsspiralen, blaaspoel BS, contactvinger 1, klem L1, rail N.

Magneetstroom: rail P, klem L2, contactvinger 7, contactstrokenwals, contactvinger 9, klem M, klem f, magneetwikkeling, klem F, klem L1, rail N.

Rechts: stand 1: ankerstroom:

Rail P, klem L2, contactvinger 7, contactstrokenwals, contactvinger 6, klem R2, klem b, anker, klem B, klem R1, contactvinger 5, contactstrokenwals, contactvinger 4, 3 weerstandsspiralen, blaaspoel BS, contactvinger 1, klem L1, rail N.

Magneetstroom: rail P, klem L2, contactvinger 7, contactstrokenwals, contactvinger 9, klem M, klem f, magneetwikkeling, klem F, klem L1, rail N.

Met ziet dus: bij het omkeren van de draairichting verandert de ankerstroom van richting (eerst B-b, dan b-B), doch de magneetstroom blijft steeds in de richting f-F vloeien.

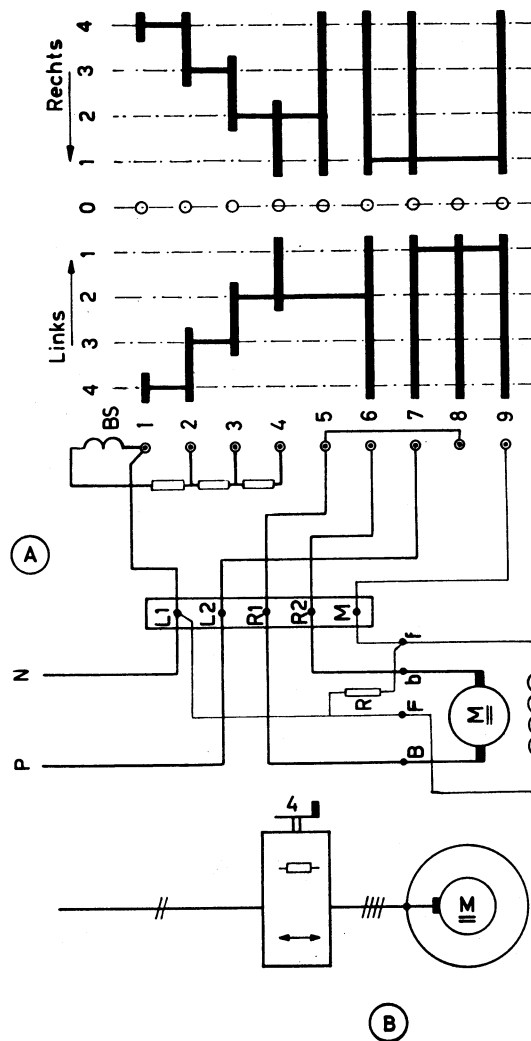


Fig. 17. Omkeer-aanzetwals voor shuntmotor

(BS is een blaaspoel, die de bij het omschakelen optredende vonken onschadelijk maakt.)

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

18. Omkeer-aanzetwals voor seriemotor

Ook hier worden weer de stroomlopen gegeven voor de standen 1 in beide draairichtingen.

Links: stand 1: rail P, klem L, contactvinger 7, contactstrokenwals, contactvinger 8, contactvinger 5, klem R1, klem B, anker, klem b, klem R2, contactvinger 6, contactstrokenwals, contactvinger 4, 3 weerstandsspiralen, blaaspoel BS, contactvinger 1, klem M, klem S, magneetwikkeling, klem s, rail N.

Rechts: stand 1, rail P, klem L, contactvinger 7, contactstrokenwals, contactvinger 6, klem R2, klem b, anker, klem B, klem R1, contactvinger 5, contactstrokenwals, contactvinger 4, 3 weerstandsspiralen, blaaspoel BS, contactvinger 1, klem M, klem S, magneetwikkeling, klem s, rail N.

Bij het omkeren van de draairichting verandert de richting van de ankerstroom; eerst B-b, daarna b-B. Magneetstroomrichting verandert niet en blijft S-s. Ook deze schakeling is niet geschikt voor het hijsen of strijken van zware lasten.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

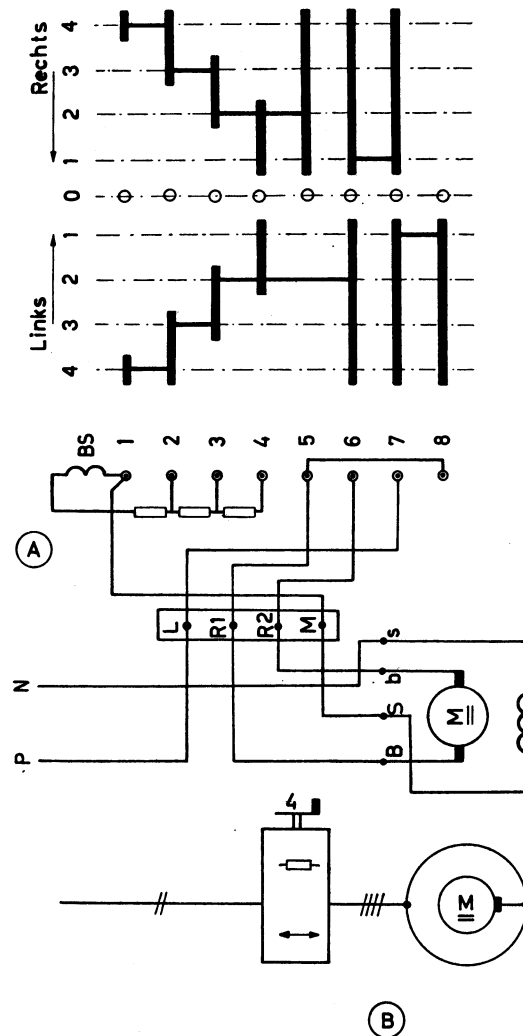


Fig. 18. Omkeer-aanzetwals voor seriemotor

19. Omkeer-aanzetwals voor compoundmotor

In de standen 1-4 links, doorloopt de stroom het anker en de seriewikkeling in de richting S-s-B-b en de shuntwikkeling in de richting F-f. In de standen 1-4 rechts is de stroomrichting in anker een seriewikkeling: S-s-b-B en in de shuntwikkeling F-f. Evenmin als het vorige schema is deze schakeling geschikt voor het hijsen of strijken van zware lasten.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschem of installatieschema.

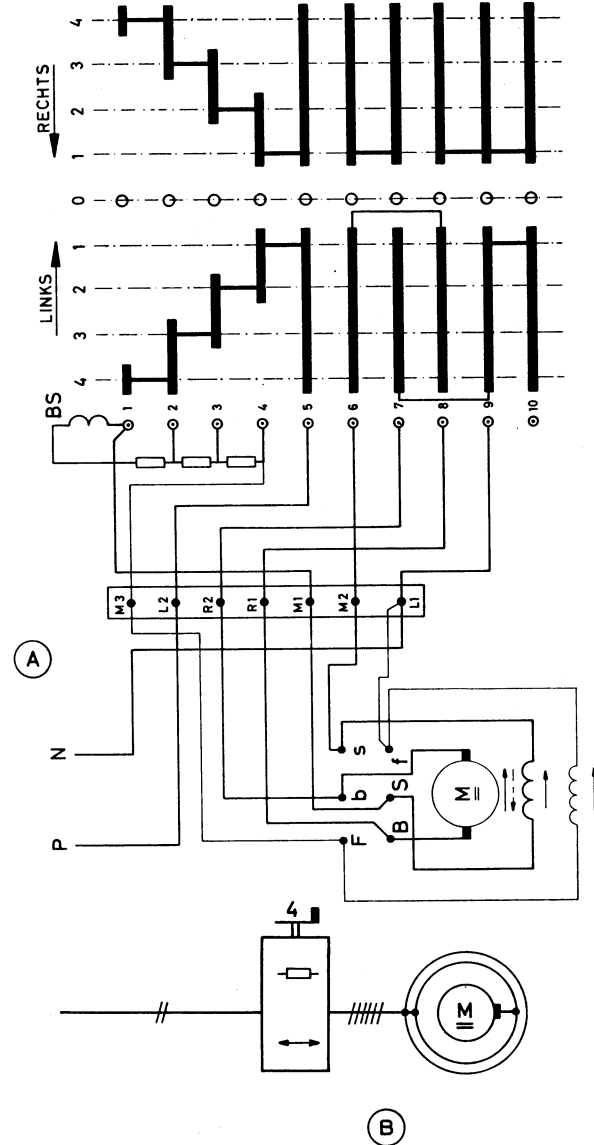


Fig. 19. Omkeer-aanzetwals voor compoundmotor

20. Hijs-strijkremcontroller voor seriemotor

Voor hijsinstallaties neemt men om de eigenschappen hoofdzakelijk seriemotoren. Men stelt echter verschillende eisen aan de schakeling.

Ter verduidelijking is er een stroomkring-schema bijgetekend. Bij het hijsen moet men voorkomen dat de last te hoog gehesen wordt. Daarvoor dient de eindschakelaar ES. In de hijsinrichting zijn 6 standen waarbij in de laatste 5 standen de aanloopweerstand trapsgewijze kortgesloten wordt.

In de strijkrichting heeft men totaal 8 standen. Bij de eerste drie standen „strijkrem” wordt de motor als dynamo geschakeld en afhankelijk van de last wordt de belasting van de dynamo geregeld door het bijschakelen van weerstanden. In stand 4 en 5 is de dynamo uitgeschakeld en is alleen de rem gelicht. In deze standen kunnen kleine lasten gestreken worden. In stand 6-8 „strijken” wordt de motor omgeschakeld in de strijkrichting en kan men met onbelaste haak of zeer kleine lasten strijken.

Weerstand R6 dient voor het vereffenen van de zelfinductiespanning in de remhefmagneet.

Schema volgens Smit, Slikkerveer.

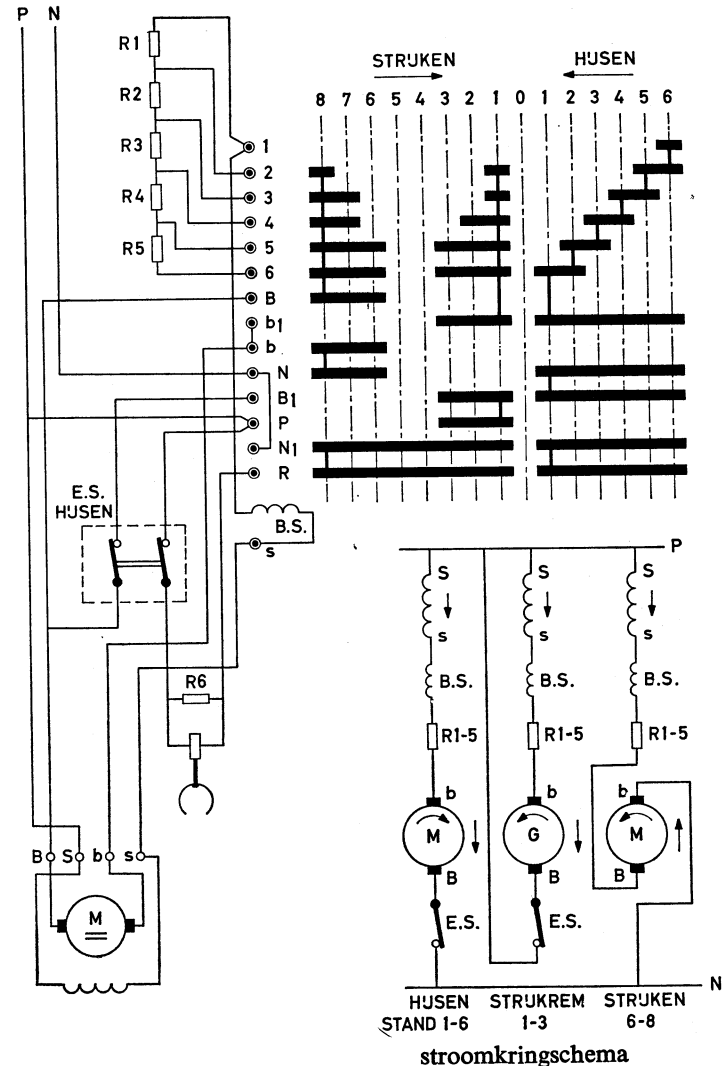


Fig. 20. Hijs-strijkremcontroller voor seriemotor

21. Aanzetweerstand met maximumstroom- en nulspanningsbeveiliging

De aanzetter bestaat normaal uit een aantal weerstandstrappen en een handel dat, wanneer althans niet vastgehouden, door een veer naar de nulstand wordt gebracht. Daarnaast bezit de aanzetter een maximumstroomspoel MSp met bijbehorende contacten en een elektromagneet EM, die, indien bekrachtigd, het handel in de eindstand vasthoudt. De werking volgt uit A. De motor wordt aangezet door het inzetten van S en het doorschakelen van het weerstandshandel vanuit de nul naar de eindstand, waar het door de elektromagneet EM wordt vastgehouden. Overschrijdt de stroom door overbelasting een zekere waarde, dan zorgt de max.spoel voor onderbreking van de bekrachtiging van EM waardoor niet alleen de motor wordt uitgeschakeld maar ook de aanzetweerstand weer voorgeschakeld staat.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema. Behalve de benodigde stroomdraden bezitten de leidingstukken een geaarde blanke draad, waardoor het mogelijk is het motorhuis en de stalen omhullingen van de schakelaar en aanzetter te aarden.

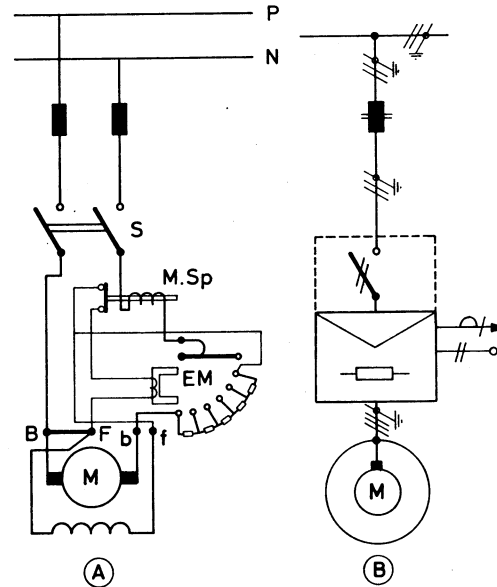


Fig. 21. Aanzetweerstand met max.-stroom- en nulspanningsbeveiliging

22. Aanzetter met el.magn. bediening voorzien van max. stroom- en nulspanningsbeveiliging

Zoals uit A blijkt, bestaat de aanzetter uit een el.magn. schakelaar ES, een normale aanzetweerstand met hulpcontacten 1, 2, 3, 4 en een max.spoel MSp met contacten. Vooropgesteld, dat de schakelaar in het voedingspunt van de motorleiding gesloten is, kan de motor als volgt worden aangezet. Men drukt de knop I in, waardoor de magneetspoel van ES wordt bekrachtigd en ES wordt ingezet. Terwijl I ingedrukt wordt gehouden, worden de weerstandstrappen uitgeschakeld totdat het handel op het laatste contact staat, waarna I kan worden losgelaten. Uitschakeling van de motor is mogelijk door het drukken van knop O waardoor de stuurstroom door de magneetspoel van ES wordt onderbroken. Bij het wegvallen van de spanning schakelt ES uit en blijft de motor spanningsloos. Ook bij het overschrijden van de max. toelaatbare stroom zal ES door onderbreking van de contacten van MSp uitschakelen.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema. Motorschakelaar en aanzetweerstand bevinden zich tezamen in een gearde stalen kast. Dit onderdeel van B symboliseert een tweepolige schakelaar met el.magn. bediening, met afzonderlijke maximumbeveiliging werkend op schakelspoel tezamen met aanzetweerstand, bediend door handwiel of kruk, ondergebracht in gearde metalen kast waarin ook de in- en uit-schakelknop is opgenomen.

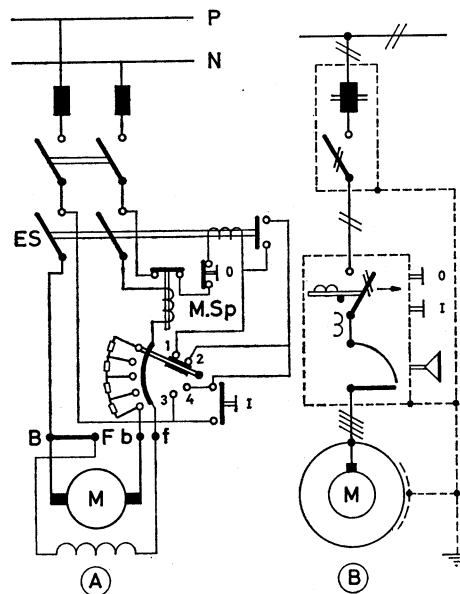


Fig. 22. Aanzetter met elektro-mag. bediening, voorzien van max.stroom- en nulspanningsbeveiliging

23. Ward-leonardschakeling (I)

Indien een zware motor vaak moet worden aangezet en bovendien draairichting en snelheid dikwijls moeten worden gewijzigd, maakt men gaarne gebruik van een gelijkstroommotor in ward-leonardschakeling.

Daar voor de motor gelijkstroom nodig is en in de regel slechts over draaistroom kan worden beschikt, laat men de generator G en de bekrachtigingsgenerator BG aandrijven door een draaistroommotor M. De ankerklemmen van de generator G zijn direct doorverbonden met de ankerklemmen van de motor M die in het vereiste mechanisch effect moet voorzien.

De bekrachtigingsgenerator BG (shuntgenerator) onderhoudt aan de rails P en N een gelijkspanning. Met behulp van een dubbelpolige omschakelaar en een regelweerstand kan nu zowel de richting als de grootte van de veldstroom van de generator G worden gewijzigd en daarmee de draairichting en snelheid van de motor M. De dubbelpolige omschakelaar en regelweerstand voor de generator G zijn meestal tot één toestel verenigd (zie schema nr. 26). Indien dit niet het geval is, moet men de omschakelaar met regelweerstand zodanig vergrendelen dat de omschakelaar alleen in de „uit”-stand van de regelweerstand kan worden omgeschakeld, met het oog op de zelf-inductiespanning in de veldmagneetspoelen.

Daar slechts de veldstroom van de generator behoeft te worden geschakeld en geregeld, kan de schakel- en regelapparatuur voor een klein vermogen worden geconstrueerd, waarbij de generator G en de motor M een vermogen van meerdere tientallen kW kunnen bezitten.

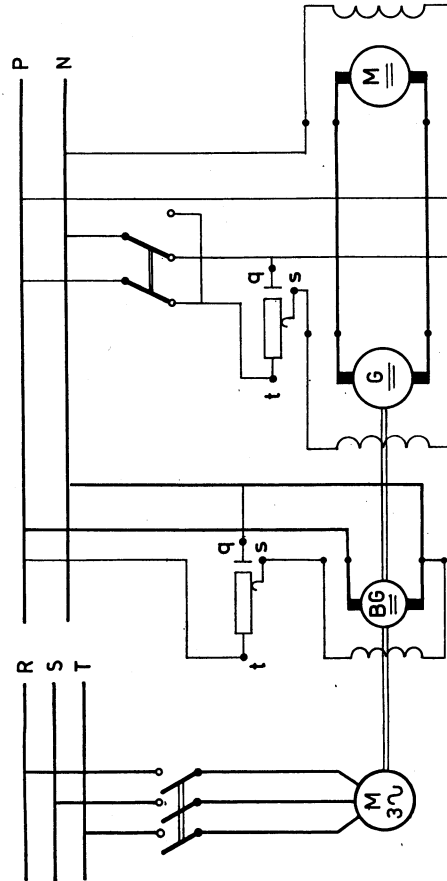


Fig. 23. Ward-leonardschakeling I

24. Ward-leonardschakeling (II)

Wenst men een schakel- en regelapparatuur van nog kleinere afmetingen en dus ook nog kleiner vermogen, dan biedt de schakeling volgens fig. 24 een oplossing. De bekrachtigingsdynamo BG1 zorgt voor de veldstroom van de motor en hulpdynamo BG2. Een tweede bekrachtigingsdynamo BG2 voedt de veldwikkeling van de generator. De veldstroom van BG2 wordt onttrokken aan de rails die door BG1 worden gevoed. Uiteraard kan hier, vergeleken met de ward-leonardschakeling I, met een schakel- en regelapparatuur van geringere afmetingen worden volstaan, daar men voor de bekrachtiging van BG2 met een klein vermogen kan volstaan.

Bij aanwezigheid van één aparte bekrachtigingsmachine voor de generator G opent zich nog een bijzonder perspectief. Rust men nl. BG2 uit met een tweede wikkeling H, die bekrachtigd wordt door een deel van de motorankerstroom, welke van de shuntweerstand AW wordt afgetakt, dan kan BG2 als een compounddynamo worden gezien en wel in het bijzonder als een differentiaalcompounddynamo. Afhankelijk van de stroomrichting zal wikkeling H het aanwezige veld verzwakken of versterken. Het geheel werkt stabiliserend op stroomveranderingen in generator- en motoranker. De regelweerstand kan dan ook eventueel ruw worden behandeld, zonder dat ontoelaatbare stroomstoten in de motor en daarmee ontoelaatbare materiaalspanningen in de beweegbare massa's kunnen optreden.

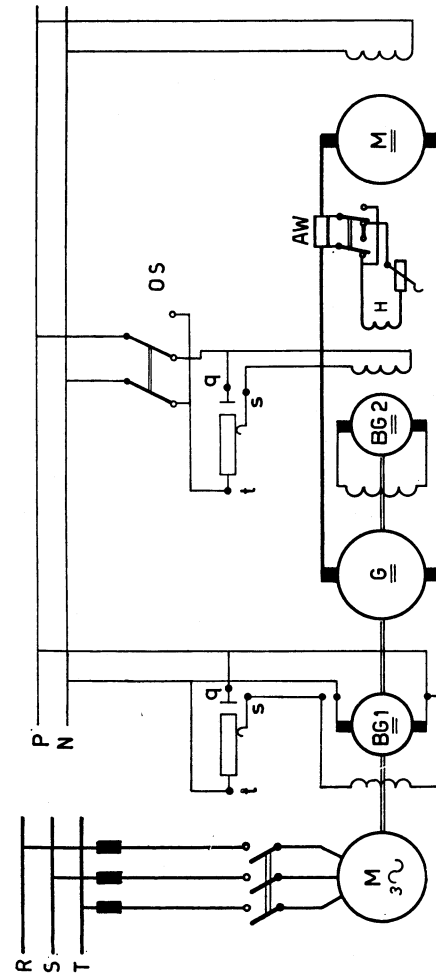


Fig. 24. Ward-leonardschakeling II

25. Mee- en tegenschakeling

Deze schakeling beoogt hetzelfde doel als de leonardschakeling, nl. het continu en onbegrensd regelen van de snelheid van een gelijkstroommotor M2. In tegenstelling echter met de leonardschakeling, waar het totale door de motor opgenomen vermogen onttrokken wordt aan een speciaal daartoe opgestelde dynamo, wordt hier genoemd vermogen onttrokken aan het aanwezige gelijkstroomnet en gedeeltelijk aan een dynamo G, die door een motor M1 wordt aangedreven. De ankers van G en M2 liggen, zoals uit de schakeling blijkt, in serie met het net. Wanneer dan ook G bij nominale snelheid dezelfde spanning levert als het net, kan de motor M2 aan de dubbele netspanning komen te liggen en moet derhalve daarvoor zijn geconstrueerd. Daar de spanning van G met behulp van een veldstroomregelaar kan worden geregeld van nul tot maximum en bovendien de veldstroomrichting met behulp van een dubbelpolige omschakeling kan worden veranderd, is de spanning aan het anker van M2 regelbaar tussen nul en de dubbele waarde van de netspanning. Het is ook mogelijk de draairichting van motor M2 om te keren door de stroom in het anker van de motor van richting te veranderen door middel van een omschakelaar.

Bij aanwezigheid van een draaistroomnet moet de draaistroom met behulp van een motorgenerator eerst in gelijkstroom worden omgezet. Draaistroommotor, hoofddynamo en regeldynamo worden in dat geval evenals bij de leonardschakeling op één as gekoppeld. Dit wordt echter zelden toegepast daar men meestal de voorkeur aan de leonardschakeling geeft.

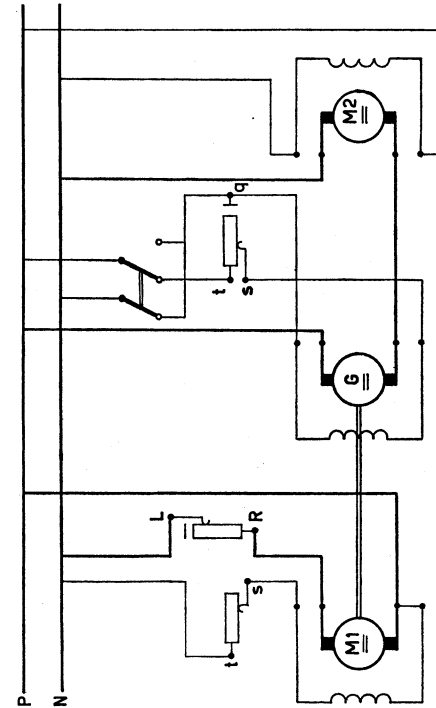


Fig. 25. Mee- en tegenschakeling

26. Omkeer-regelweerstand voor ward-leonard- en mee-tegenschakeling

Voor het omkeren en regelen van de stroom in de magneetwikkeling van de grote dynamo gebruikt men de omkeer-regelweerstand zoals in dit schema is aangegeven. In de „0”-stand is alles uitgeschakeld en is de magneetwikkeling kortgesloten in verband met de zelfinductiespanning. „q” is het zgn. kortsluitcontact. Op het moment dat de kortsluiting wordt opgeheven is de rechtse of linkse weerstand op P en N aangesloten en vloeit er een stroom door de weerstand. De omschakeling moet zonder onderbreking gebeuren. In het schema zijn op de rechtse en linkse contacten weerstanden aangesloten. Meestal zijn de linkse en rechtse contacten met elkander verbonden en gebruikt men slechts de helft van de weerstanden. Voor de duidelijkheid zijn hier echter aan beide kanten weerstanden aan de contacten getekend.

In de getekende stand vloeit de stroom vanaf P door de linker-contactstrook naar de binnenste contactring, vandaar naar klem F, door de magneetwikkeling naar klem f en verder door de weerstand via de rechter contactstrook naar N.

In de gestippelde stand vloeit de stroom vanaf P door de linker contactstrook en de weerstand naar klem f, verder door de magneetwikkeling naar klem F en via de binnenste contactring en rechter contactstrook naar N.

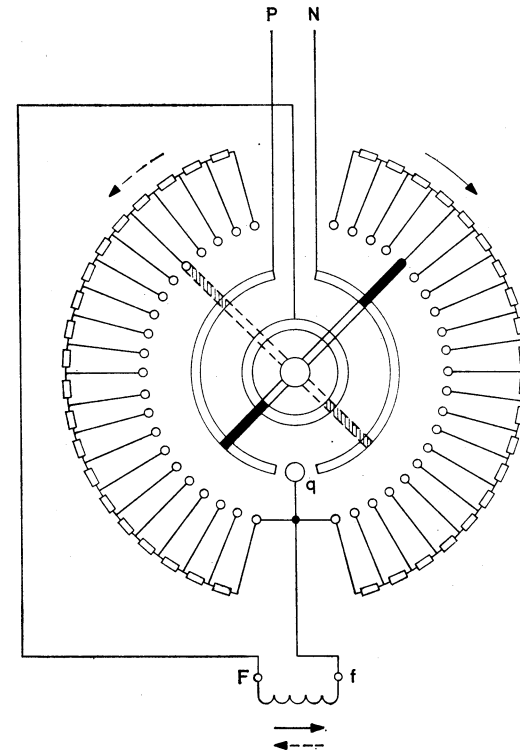


Fig. 26. Omkeer-regelweerstand voor ward-leonard- en mee-tegenschakeling

27. Het schakelen van gelijkrichters

Gelijkrichters worden gebruikt voor het omzetten van wissel- of draaistroom in een pulserende gelijkstroom.

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van:

- a. mechanische gelijkrichters;
- b. buisgelijkrichters;
- c. keerlaaggelijkrichters.

Mechanische gelijkrichters kunnen worden uitgevoerd als:

- a1. trillergelijkrichter;
- a2. contactgelijkrichter.

Trillergelijkrichters werken door middel van contacten, die door een elektromagneet in synchrone trilling worden gebracht. De toepassing beperkt zich hoofdzakelijk tot zwakke stromen en lage spanningen in mobiele radio's, versterkers, enz.

Contactgelijkrichters werken door middel van contacten die door een synchroonmotor worden aangedreven. Deze toestellen zijn geschikt voor stromen tot $\pm 10\ 000$ A bij een spanning tot ± 250 V en worden toegepast in elektro-chemische bedrijven.

Buisgelijkrichters kunnen worden uitgevoerd als:

- b1. dioden met metaalkathode;
- b2. dioden met oxydekathode;
- b3. dioden met kwikkathode;
- b4. dioden met oxydekathode en stuurrooster (thyatron);
- b5. dioden met kwikkathode en stuurrooster.

Keerlaaggelijkrichters kunnen worden uitgevoerd als:

- c1. seleniumdioden;
- c2. germaniumdioden;
- c3. siliciumdioden;
- c4. germaniumdioden met stuurelektrode (transistor);
- c5. siliciumdioden met stuurelektrode (thyristor).

Het voordeel van keerlaaggelijkrichters t.o.v. de buisgelijkrichters is, het wegvallen van de gloeispanning voor verwarming

van de kathode en t.o.v. de kwikkathode het wegvallen van de ontsteekanode.

Het gelijkrichtelement met één anode, aangesloten op een wisselspanning, zal steeds slechts de helft van een periode of golf doorlaten, daar bij het omkeren van de stroomrichting de andere helft geblokkeerd wordt door het gelijkrichtelement. Naarmate het aantal doorgelaten golfhelften per periode groter wordt zal de gelijkrichterspanning gelijkmatiger worden en dus de rimpelspanning afnemen. Deze rimpelspanning kan eventueel nog verkleind worden door een smoorspoel en condensatoren in de stroomkring op te nemen.

In de volgende schema's zal bij de schema's het aantal golfhelften dat per periode wordt doorgelaten aangegeven worden.

Gezien de uitgebreide toepassing van buis- en keerlaaggelijkrichters zullen hiervan de meest voorkomende schakelingen besproken worden. Mechanische gelijkrichters worden buiten beschouwing gelaten, daar deze een beperkte toepassing hebben.

Wanneer over een spanning of stroom wordt gesproken, wordt deze steeds in de effectieve waarde aangegeven.

28. Gelijkrichter met enkelfasige halve-golfgelijkrichting

In fig. A is het schema aangegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode, die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxycathode. De kathode is steeds positief. Het gelijkrichterelement is in serie geschakeld met de transformatorwinding. Er wordt per periode slechts één golfhelft doorgelaten, terwijl de andere helft geblokkeerd wordt. Gedurende dit tijdstip is de spanning nul. Bij het toepassen van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met een keerlaagcel. De gelijkgerichte spanning heeft bij deze beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakeling is de transformator slechts voor de helft belast, hetgeen een nadeel is van deze schakeling.

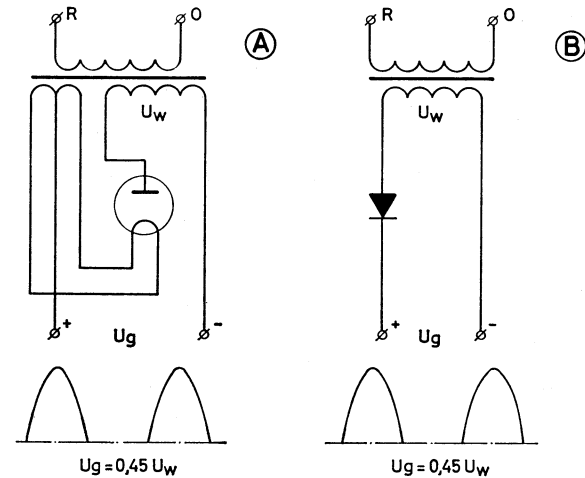


Fig. 28

29. Gelijkrichter met enkelfasige hele-golfgelijkrichting

In fig A is het schema gegeven voor een gelijkrichter met een gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxyskathode. De transformator is uitgevoerd met een gedeelde wikkeling, waarvan iedere helft de spanning U_w levert. De gelijkrichterelementen zijn zodanig met de wikkelinghelften in serie geschakeld, dat door iedere wikkelinghelft in één periode een golfhelft geleverd wordt. Bij het toepassen van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij deze beide schakelingen dezelfde waarde en vorm. Bij deze schakeling is de transformator slechts voor de helft belast hetgeen een nadeel is van deze schakeling.

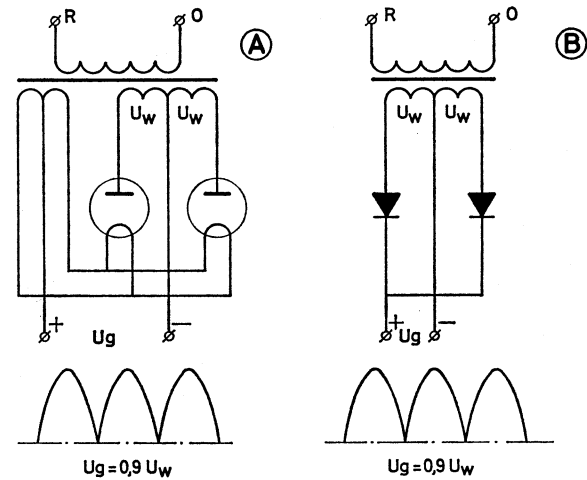


Fig. 29

30. Gelijkrichter met enkelfasige hele-golfgelijkrichting (Graetz- of brugschakeling)

In fig. A is het schema aangegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxyskathode. De transformator is uitgevoerd met één wikkeling voor de gelijkrichter en drie wikkelingen voor de voeding van de gloeistroom van de buizen. Deze gloeistroomwikkelingen zijn noodzakelijk omdat de gloeidraden op ongelijke potentialen liggen. Bij toepassing van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij deze beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakeling is de transformator volledig belast hetgeen een voordeel is t.o.v. de schakelingen nr. 28 en 29.

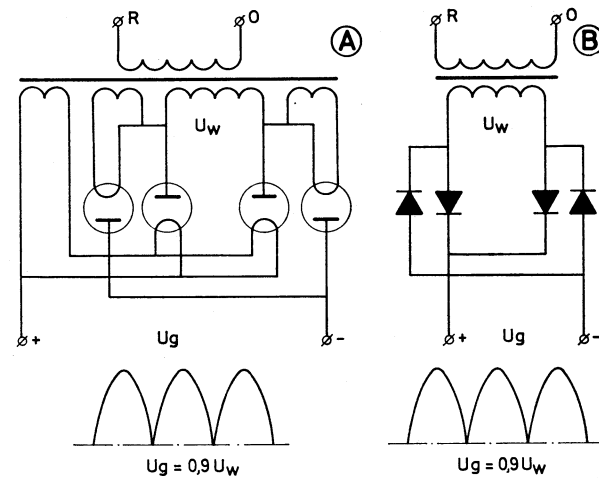


Fig. 30

31. Draaistroomgelijkrichter met sterschakeling en uitgevoerd sterpunt

In fig. A is het schema gegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxidedekathode. De transformator voor de gelijkrichter is uitgevoerd in driehoeksterschakeling waarbij het sterpunt naar buiten is gevoerd en dienst doet als minpool. De één-fasetransformator verzorgt de voeding van de gloeidraden voor de kathode. Bij toepassing van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij deze beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakeling is de transformator slechts voor de helft belast, hetgeen een nadeel is van deze schakeling.

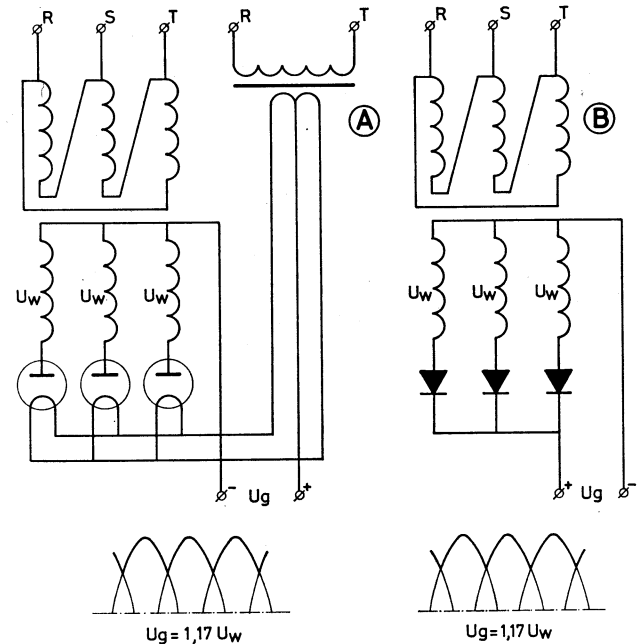


Fig. 31

32. Draaistroomgelijkrichter met dubbel-sterschakeling en uitgevoerd sterpunt

In fig. A is het schema gegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxyyde-kathode. De buizen bezitten twee anoden. De transformator voor de gelijkrichter is uitgevoerd in driehoek-dubbelsterschakeling waarbij het sterpunt naar buiten is gevoerd en dienst doet als minpool. De één-fasetransformator verzorgt de voeding van de gloeidraden voor de kathode. Bij toepassing van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakeling is de transformator slechts voor de helft belast hetgeen een nadeel is van deze schakeling.

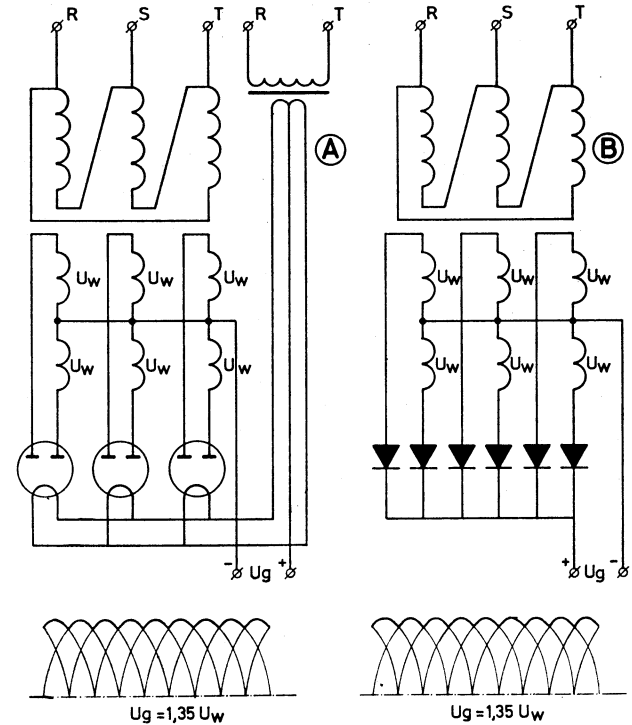


Fig. 32

33. Draaistroomgelijkrichter met sterschakeling zonder uitgevoerd sterpunt (Graetz- of brugschakeling)

In fig. A is het schema gegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxidedekathode. De transformator voor de gelijkrichter is uitgevoerd in driehoeksterschakeling waarbij het sterpunt niet naar buiten is gevoerd. De één-fasetransformator verzorgt de voeding van de gloeidraden voor de kathode, en is uitgevoerd met vier windingen hetgeen noodzakelijk is omdat de kathoden op ongelijke potentialen liggen. Bij toepassing van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de gelijkrichterbuizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakelingen is de transformator volledig belast hetgeen een voordeel is t.o.v. de schakelingen van fig. 31, 32 en 34.

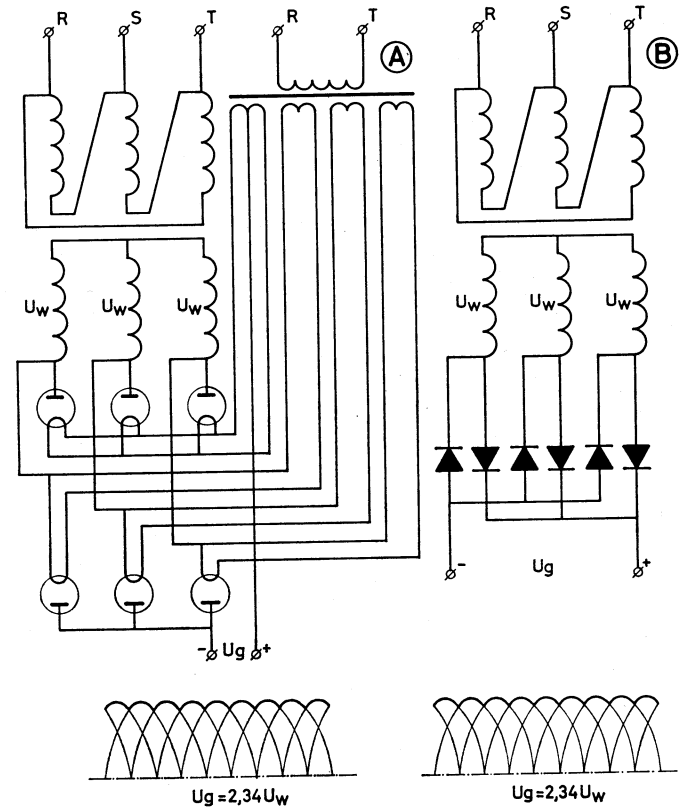


Fig. 33

34. Draaistroomgelijkrichter met dubbel-sterschakeling, uitgevoerd sterpunt en zuigsmoorspoel

In fig. A is het schema gegeven voor een gelijkrichter met gloeikathode die kan bestaan uit een metaal- of metaaloxidedkathode. De transformator voor de gelijkrichter is uitgevoerd in driehoek-dubbelsterschakeling waarbij de beide sterpunten naar buiten zijn gevoerd en elektrisch gekoppeld worden via een zuigsmoorspoel (Z Sm). Hiermee wordt bereikt dat beide systemen onafhankelijk werken als een drie-fasensysteem en de rimpelspanning verkleinen. Bij een belasting van 1 tot 3 % van de vollast stijgt de gelijkspanning en gaat dan over in een zes-fasensysteem waarbij $U_g = 1,35 U_w$. De één-fasetransformator verzorgt de voeding van de gloeidraden voor de kathode. Bij toepassing van gelijkrichterbuizen met kwikdampvulling en oxydekathode moeten de gloeidraden eerst op temperatuur gebracht worden voordat de buizen belast mogen worden.

In fig. B is deze schakeling uitgevoerd met keerlaagcellen. De gelijkgerichte spanning heeft bij beide schakelingen dezelfde vorm en waarde. Bij deze schakeling is de transformator slechts voor de helft belast, hetgeen een nadeel is van deze schakeling.

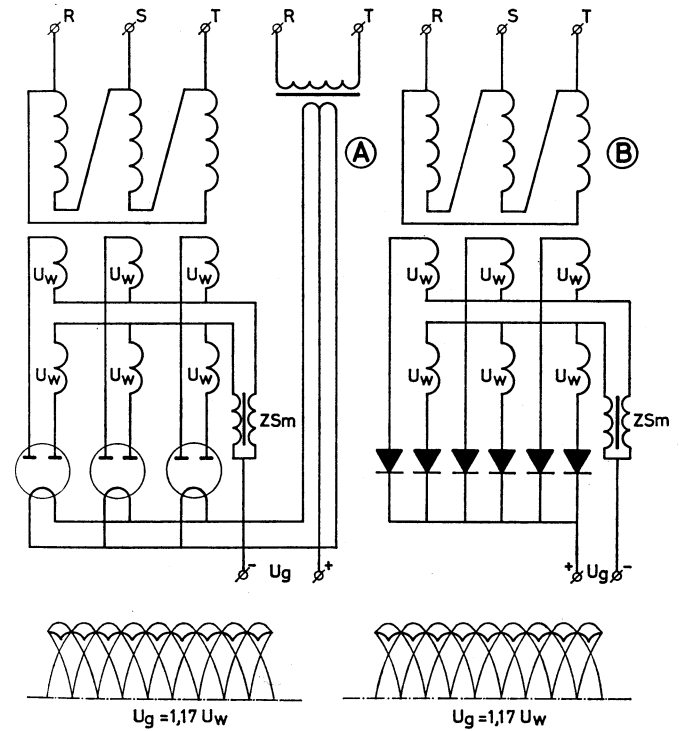


Fig. 34

35. Bestuurde gelijkrichters (Thyatronen)

Het regelen van de gelijkspanning U_g kan gebeuren door een thyatron. Dit is een triode- of tetrodebuis met stuurrooster en gasvulling. Op het stuurrooster wordt een regelbare negatieve spanning aangelegd. Zodra de positieve spanning op de anode een bepaalde waarde heeft, wordt de buis geleidend gedurende de rest van de halve periode, en heeft de negatieve spanning op het stuurrooster geen invloed meer. In fig. A is dit nader aangegeven voor een regelbare negatieve gelijkspanning.

Het gearceerde gedeelte geeft het doorlaatgebied van een halve periode aan bij een bepaalde negatieve stuurspanning U_g . De stippellijn geeft de ontstekingskarakteristiek aan van de desbetreffende buis.

In fig. B is het schema getekend waarbij deze regeling mogelijk is. Hierin is R een potentiometer die de stuurspanning U_g regelt voor de instelling van het ontstekingstijdstip van de thyatron.

De weerstand R_b dient voor de begrenzing van een eventueel optredende roosterstroom. De stuurspanning op het rooster kan zo hoog worden gemaakt dat de buis niet ontsteekt. Sturing is mogelijk tot 90° van de halve periode.

Een andere oplossing wordt verkregen door middel van een negatieve impuls op het stuurrooster van de thyatron. Normaal is de buis niet geleidend door de hoge negatieve rooster-spanning. Wordt op een bepaald tijdstip met een faseverschuivingshoek α een impuls gegeven dan wordt de buis geleidend en het gearceerde gedeelte van de halve periode wordt doorgelaten.

In fig. D is het schema getekend waarbij deze regeling mogelijk is. Hierin is de regelwaerstand R en de smoorspoel L een fasedraaiend netwerk voor het bepalen van het ontstekingstijdstip. De uitgangsspanning van dit netwerk wordt via weerstand R_1 , die voor de fasecorrectie zorgdraagt, aan de speciale impulstransformator (Tr) toegevoerd. Deze transformator is in de roosterkring van de thyatron opgenomen, waarbij de gelijkspanningsbron voor de vaste negatieve roosterspanning U_g zorgt. Sturing is mogelijk tot 180° van de halve periode.

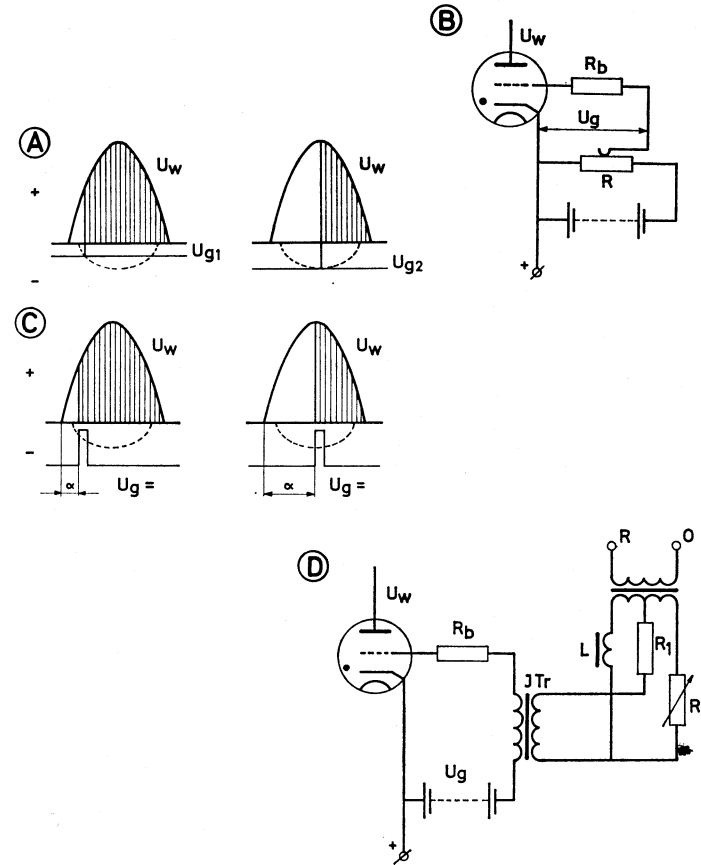


Fig. 35 A t/m D

Een andere regeling is mogelijk door een in fase verschoven wisselspanning op het stuurrooster van de thyatron aan te sluiten.

In fig. E is dit nader aangegeven. Het ontstekingstijdstip is het moment waarop de roosterwisselspanning de ontstekingskarakteristiek van de buis snijdt. Gedurende de rest van de halve periode blijft dan de buis geleidend.

In fig. F is het schema van deze regeling getekend.

De transformator Tr levert de benodigde wisselspanning. Een fase-draaiend netwerk, met de regelbare weerstand R en de condensator C, zorgt voor de in fase verschoven wisselspanning U_g op het rooster van de thyatron. De weerstand R_b dient voor de begrenzing van een eventueel optredende roosterstroom. Sturing is mogelijk tot 180° van de halve periode.

Verder is nog een regeling mogelijk waarbij een om 90° fase verschoven wisselspanning gesuperponeerd wordt op een gelijkspanning, die op het stuurrooster van de thyatron wordt aangesloten. Bij deze regeling wordt alleen de gelijkspanning geregeld en niet de faseverschuiving van de wisselspanning, die 90° in fase verschoven is met de gelijkrichterspanning U_w .

In fig. G is dit nader aangegeven. Het ontstekingstijdstip is het moment waarop de roosterspanning de ontstekingskarakteristiek van de buis snijdt. Gedurende de rest van de halve periode blijft dan de buis geleidend.

In fig. H is het schema van deze regeling getekend. De transformator Tr levert de benodigde wisselspanning U_g . Een fase-draaiend netwerk, met de weerstand R_1 en condensator C, zorgt voor de om 90° in fase verschoven wisselspanning U_g op het rooster van de thyatron. De batterij zorgt voor de benodigde gelijkspanning U_g . De gelijkspanning U_g op het rooster kan van negatief tot positief geregeld worden door middel van weerstand R. De in het rooster opgenomen weerstand R_b dient voor het beperken van een eventuele optredende roosterstroom. De weerstanden R_2 en R_3 vormen een spanningsdeler op de batterij, waardoor het rooster uitgestuurd kan worden van negatief tot positief. Sturing is mogelijk tot 180° van de halve periode.

Wanneer in een gelijkrichterschema meerdere thyatrons

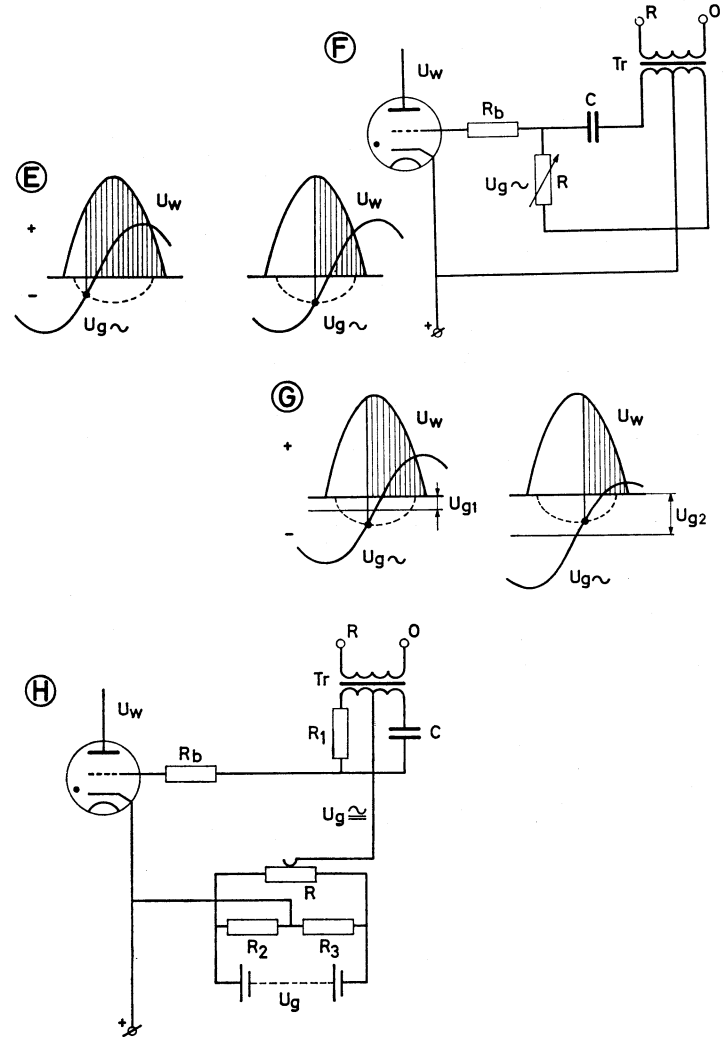


Fig. 35 E t/m H

worden gebruikt, dan moet voor iedere thyatron een besturingsorgaan zijn aangebracht. Deze regel geldt niet wanneer de thyatrons parallel geschakeld zijn.

36. Bestuurde gelijkrichters (Thyristors)

Het regelen van de gelijkgerichte spanning kan eveneens gebeuren door een thyristor. Dit is een keerlaagcel met stuur-elektrode. Op de stuur-elektrode worden stroomimpulsen toegevoerd die de keerlaagcel geleidend maken (ontsteken). Evenals de thyatron blijft de keerlaagcel geleidend gedurende de rest van de halve periode en hebben verdere stroomimpulsen gedurende deze halve periode, geen invloed meer op de keerlaagcel. Dit is nader aangegeven in fig. A. Zodra een stuurimpuls I_{st} wordt gegeven, gaat de thyristor geleiden gedurende het gearceerde gedeelte van de halve periode. De faseverschuivingshoek α kan door een stuurorgaan geregeld worden. Zodra de stroomrichting omkeert, blokkeert de thyristor weer en zal verder geen stroom doorlaten. De stuurstroomimpuls I_{st} bedragen van 25 tot 250 mA bij een spanning van 1 tot 3 V, afhankelijk van het type thyristor.

De sturing van de thyristor kan zowel aan de zijde van de kathode als van de anode geschieden, dat is afhankelijk van de uitvoering. Dit is af te leiden uit het tekensymbool dat voor de thyristor wordt gebruikt, maar dit symbool is nog niet genormaliseerd.

In fig. B-1 is het symbool getekend voor een besturing aan de kathodekant. In fig. B-2 is het symbool getekend voor een besturing aan de anodekant.

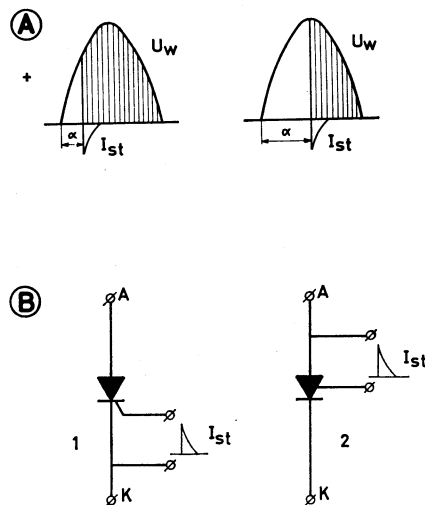


Fig. 36 A en B

Het besturingsorgaan bestaat meestal uit een schakeling van transistoren. In fig. C is hiervan het schema getekend. De werking van deze schakeling is als volgt.

Door de zenerdiode Z wordt de sinusvormige wisselspanning, die via R_1 wordt toegevoerd, omgezet in een rechthoekige impuls. Een gedeelte van deze zenerspanning wordt via een spanningsdeler R_2 en R_3 aan de basis van p.n.p.-transistor T_1 en aan de collector van n.p.n.-transistor T_2 gelegd. Bij het begin van de impuls wordt condensator C_1 opgeladen via regelweerstand R_4 . Deze weerstand regelt de laadstroom en daarmee het ontstekingsstijdstip, want zodra de emitterspanning enkele tienden van een volt boven de basisspanning van T_1 is, wordt deze geleidend. Hierdoor wordt de basis van T_2 positief en gaat daardoor geleiden. De condensator C wordt nu snel ontladen via T_1 , T_2 , weerstand R_5 en de ontstekingselektrode. De wisselspanning die aan het besturingsorgaan wordt toegevoerd moet in fase zijn met de spanning op de gelijkrichter. De thyristors kunnen gebruikt worden op de plaats van de dioden in de schema's van fig. 28B tot 34B.

Wanneer in een gelijkrichterschema meerdere thyristors worden gebruikt, moet voor iedere thyristor een besturingsorgaan zijn aangebracht. Deze regel geldt niet wanneer de thyristors parallel geschakeld zijn.

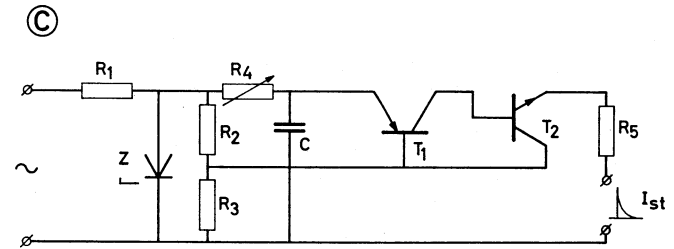


Fig. 36 C

37. Draaistroom-kwikkampelijkrichter met regeltransformator

De gelijkrichtbuis heeft drie anoden A1, A2 en A3, een ontstekingsanode OA en twee hulpanoden HA1 en HA2. Het doel van de anoden A1-A3 kan als bekend worden verondersteld. De hulpanoden HA1 en 2 onderhouden de ventielwerking in de buis als op de rails P en N geen belasting is. De regelspaartransformator onderhoudt de spanning tussen anoden en kathode. De smoorspoelen Sm1-5 dempen de pulsaties. De weerstand R neemt via de hulpanoden HA1 en HA2 zoveel stroom, dat de buis ook zonder belasting aan P en N bedrijfsklaar blijft. De gelijkrichter wordt in bedrijf gesteld door het indrukken van drukknop D. Hierdoor ontstaat een lichtboog tussen de ontstekingsanode OA en de kathode K. Deze lichtboog wordt door de hulpanodes HA1 en HA2 overgenomen.

De weerstanden W1 t/m W5 dienen voor het opnemen van eventuele spanningsspieken die aan de anoden kunnen optreden.

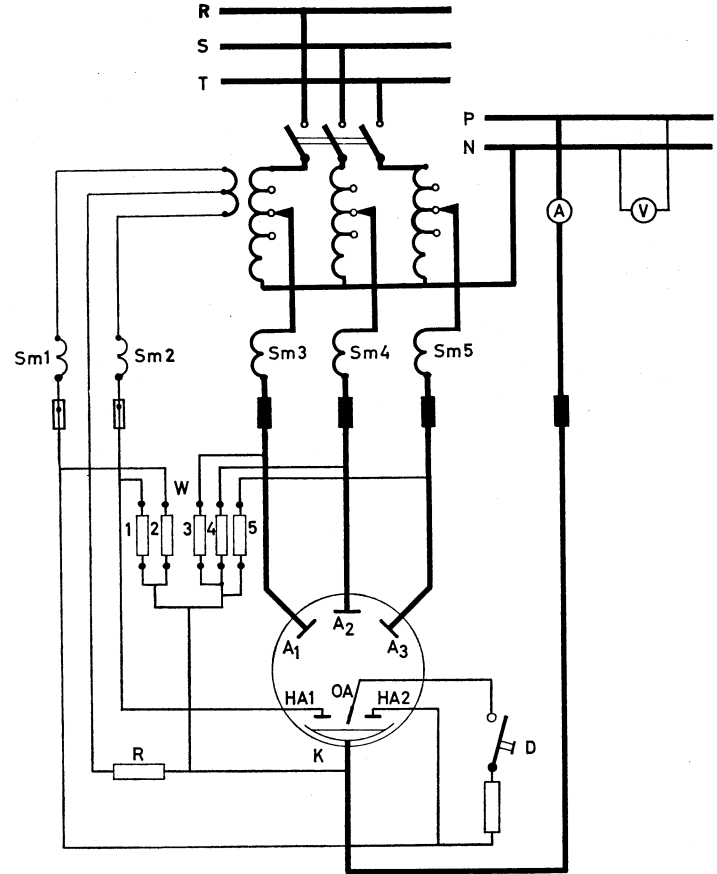


Fig. 37. Draaistroom-kwikkampelijkrichter

38. Draaistroom-kwikkampgelijkrichter met roosterbesturing

De gelijkrichter heeft drie anoden A1, A2 en A3, ieder met een rooster voor de besturing. Verder zijn aangebracht twee hulpanoden HA1 en HA2 die de ventielwerking onderhouden, via belastingweerstand R, wanneer op de rails P en N geen belasting aanwezig is. Bij het in bedrijf stellen wordt drukknop D ingedrukt, waardoor een lichtboog ontstaat tussen de ontstekingsanode OA en de kwikkathode. Daarna nemen de hulpanoden HA1 en HA2 de lichtboog over. De smoorspoelen Sm1 t/m 5 dempen de pulsaties in de gelijkgerichte spanning.

De voeding van de hoofdanodes en hulpanodes geschiedt door de hoofdtransformator HT die in driehoek-ster is geschakeld. Het sterpunt is naar buiten gevoerd en doet dienst als minpool. De roosters worden gestuurd door middel van een inductieregelaar IR die de faseverschuiving tussen de anodespanning en de roosterspanning regelt. De weerstanden R1, R2 en R3 dienen voor het beperken van een eventueel optredende roosterstroom.

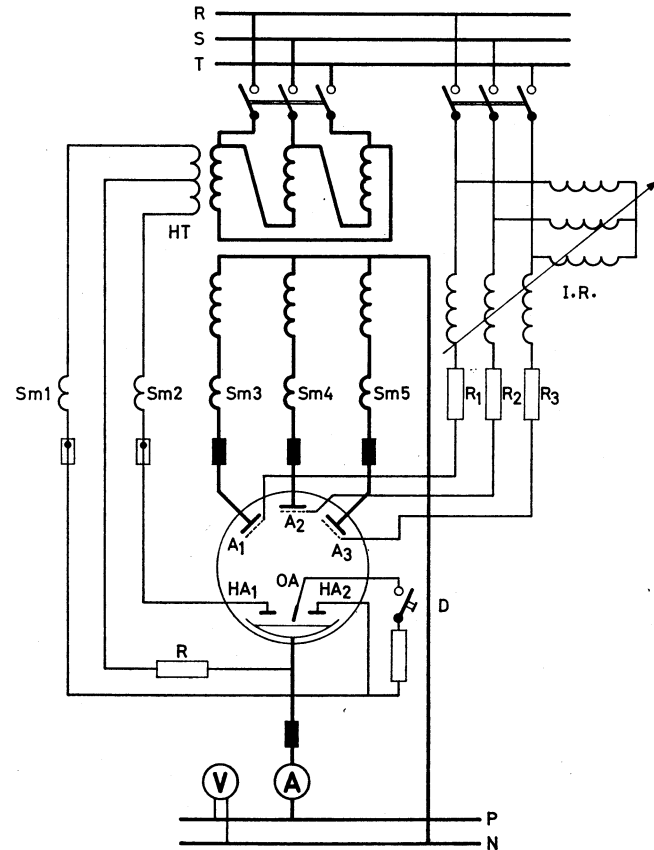


Fig. 38

WISSEL- EN DRAAISTROOM- APPARATUUR

1. Driepolige schakelaar

A geeft het symbool van een driepolige schakelaar in werkingsschema's: B geeft van dezelfde schakelaar het symbool in grond- of installatieschema's.

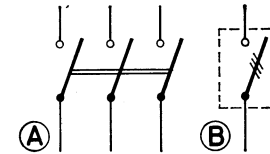


Fig. 1. Driepolige schakelaar

2. Omkeerschakeling

Voor het omkeren van de draairichting van een draaistroommotor worden o.a. omkeerschakelaars gebruikt.

A geeft het symbool in werkingsschema's.

B geeft het symbool in grond- of installatieschema's.

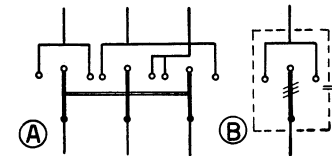


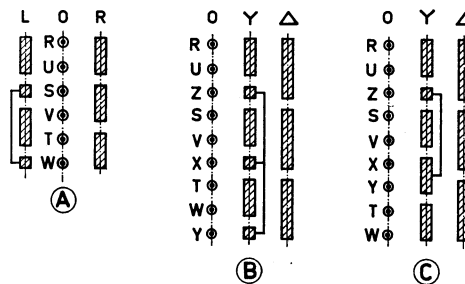
Fig. 2. Omkeerschakeling

3. Walsschakelaars (I)

A geeft het symbool van een omkeerschakelaar in werkingsschema's.

B, C, D en E geven schematisch verschillende uitvoeringen van ster-driehoekschakelaars.

F geeft het symbool van een ster-driehoekschakelaar in grond- of installatieschema's.



4. Walsschakelaars (II)

Schematisch worden hier 3 verschillende uitvoeringen gegeven van ster-driehoekschakelaars, waarbij de contactvingers niet in één rij doch in twee rijen zijn aangebracht.

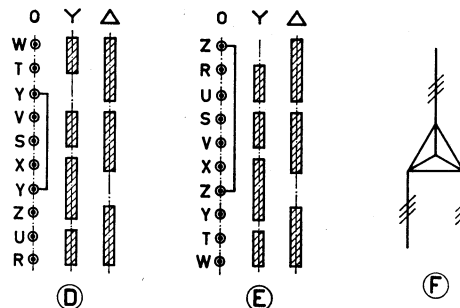


Fig. 3. Walsschakelaars I

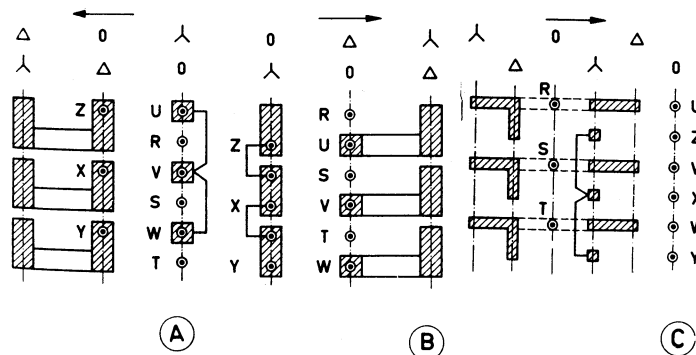


Fig. 4. Walsschakelaars II

5a. Walscontroller (I)

Fig. 5a geeft schematisch de inrichting van een ster-driehoek-controller met één trap voorschakelweerstand. In stand λ 1 schakelt men de motorwikkelingen met weerstand voorgeschakeld in ster. In stand λ worden de wikkelingen zonder meer in ster geschakeld. In stand Δ 1 worden de wikkelingen met weerstand voorgeschakeld in driehoek aangesloten en in stand Δ in driehoek zonder meer.

De contacten 1, 2 en 3 die niet zijn aangesloten, kunnen worden gebruikt voor een elektromagnetische afstandschaakelaar met thermische beveiliging voor het beveiligen van de motor.

De bediening van deze afstandschaakelaar door contacten 1, 2 en 3 is zodanig, dat er nulspanningsbeveiliging ontstaat. Wanneer de thermische beveiliging heeft gewerkt, moet de controller eerst in de nulstand geschakeld worden, voordat de motor opnieuw ingeschakeld kan worden.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschem of installatieschema.

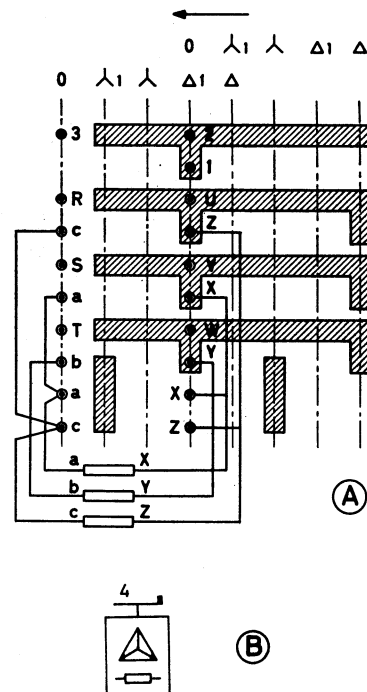


Fig. 5a. Walscontroller I

5b. Walscontroller (II)

Fig. 5b geeft schematisch de inrichting van een ster-driehoek-controller waarbij eerst in ster 2 trappen weerstand worden afgeschakeld en vervolgens in driehoek met 1 weerstand. De standen 1-7 geven de volgende schakelingen:

- Stand 1: Sterschakeling met 2 weerstanden voor.
- Stand 2: Sterschakeling met 1 weerstand voor.
- Stand 3: Sterschakeling zonder meer.
- Stand 4: Sterschakeling zonder meer.
- Stand 5: Driehoekschakelaar met 1 weerstand voor.
- Stand 6: Driehoekschakelaar met 1 weerstand voor.
- Stand 7: Driehoekschakeling zonder meer.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het grondschema of installatieschema.

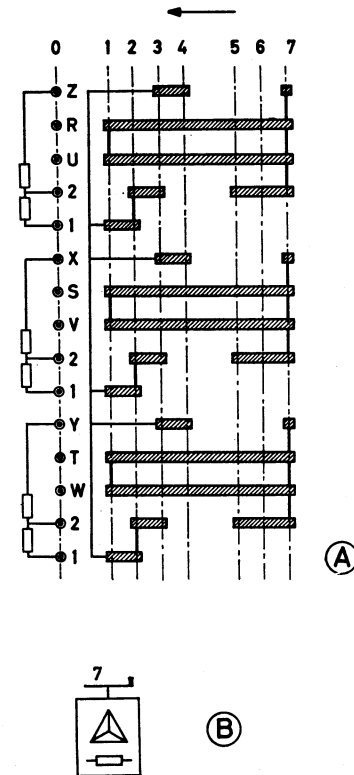


Fig. 5b. Walscontroller II

6. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische maximumbeveiliging

A geeft in principe de inrichting. Zodra de stroomsterkte een bepaalde waarde overschrijdt, is de elektromagnetische trekkracht groter dan de spankracht van de veer die de schakelaar vergrendeld houdt, zodat uitschakeling volgt.

B geeft het symbool van de schakelaar in werkingsschema's.

D geeft het symbool in grond- en installatieschema's.

Indien de schakelaar voorzien is van een vertraagde magn. max.beveiliging, dan geeft C daarvoor het symbool in werkingsschema's of installatieschema's.

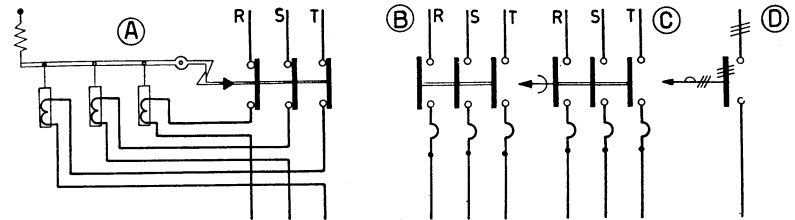


Fig. 6. Driepolige schakelaar met driepolige magn. max.beveiliging

7. Driepolige schakelaar met tweepolige thermische maximumbeveiliging

A geeft in principe de inrichting.

B geeft het symbool in werkingsschema's.

C geeft het symbool in grond- of installatieschema's.

D geeft het symbool van een driepolige schakelaar met driepolige thermische en tweepolige magnetische maximumbeveiliging.

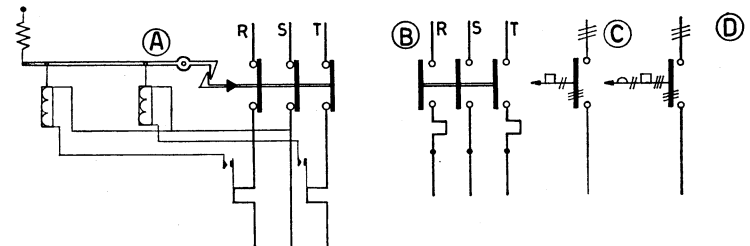


Fig. 7. Driepolige schakelaar met tweepolige thermische maximumbeveiliging

8. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische maximumstroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging

A geeft in principe de inrichting. Na te zijn ingezet, wordt de schakelaar el.magn. vergrendeld met behulp van de op R en T aangesloten spoel. In de stroomkring voor deze spoel zijn drie verbreekcontacten opgenomen, die bij te grote stromen de stroomkring verbreken waardoor de schakelaar uitvalt. Ook als de spanning tussen R en T wegvalt, wordt de schakelaar ontgrendeld.

B geeft het symbool in werkingsschema's.

C geeft het symbool in grond- of installatieschema's.

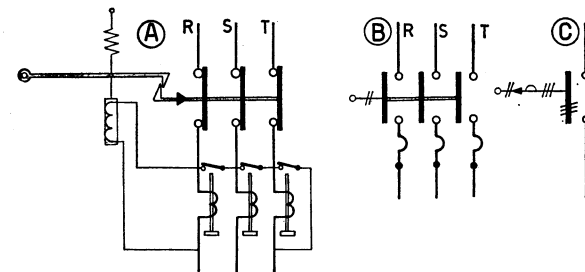


Fig. 8. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische maximumstroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging

8a. Driepolige schakelaar met vergrendelde tweepolige nulspanningsbeveiliging

A geeft in principe de inrichting.

Wil men de schakelaar inzetten dan drukt men eerst drukknop DK in. De netspanning van R en T wordt nu via de weerstanden R op de klemmen U en V geschakeld. Wanneer er echter op het aangesloten net nog een motor is ingeschakeld dan is de spanning op de klemmen U en V zo klein dat deze de grendelspoel niet kan bekrachtigen. Wanneer echter geen motor is ingeschakeld dan is de overblijvende spanning wel in staat om de grendelspoel te bekrachtigen zodat men de schakelaar kan inschakelen.

B geeft het symbool in werkingsschema's.

C geeft het symbool in grond- of installatieschema's.

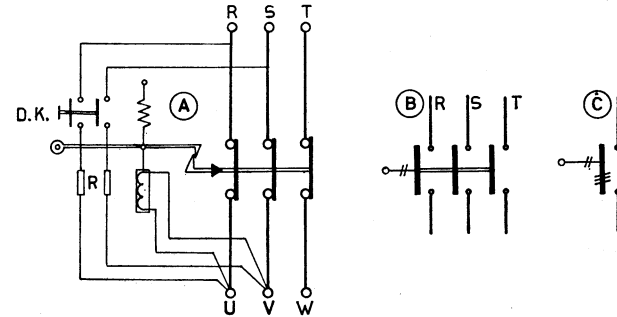


Fig. 8a. Driepolige schakelaar met vergrendelde tweepolige nulspanningsbeveiliging

9. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische en tweepolige thermische max. stroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging

A geeft de inrichting waarbij de contactbruggen en de vergrendelspoel zijn weggelaten.

B geeft het symbool in werkingsschema's.

C geeft het symbool in grond- of installatieschema's.

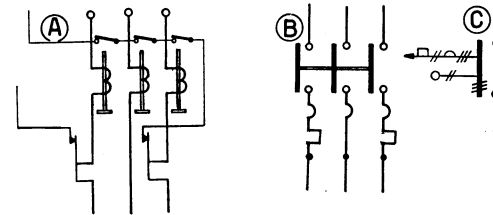


Fig. 9. Driepolige schakelaar met driepolige magnetische en tweepolige thermische max.stroom- en tweepolige nulspanningsbeveiliging

10. Driepolige schakelaar met elektromagnetische bediening

A geeft het werkingsschema van een driepolige schakelaar die elektromagnetisch, zowel ter plaatse als op afstand kan worden bediend.

B geeft van de schakelaar het symbool in grond- of installatieschema's.

11. Driepolige schakelaar met el.magn. bediening, driepolige thermische maximumstroombeveiliging en voorzien van hulpcontacten

A geeft het werkingsschema van de schakelaar met de bijbehorende drukknoppen en signaallampen. De lampen, die tezamen met het schakelmechanisme van de drukknoppen in een ijzeren kast zijn opgenomen, geven aanwijzing omtrent de stand van de schakelaar.

B geeft van de schakelaar het symbool in grond- of installatieschema's.

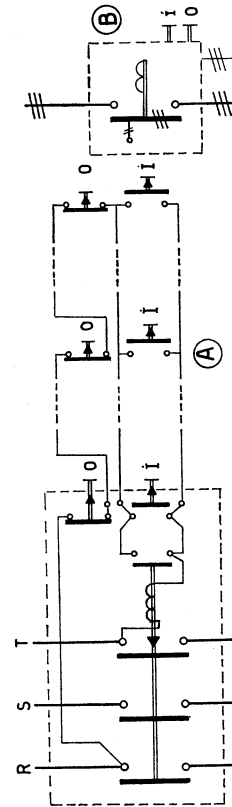


Fig. 10. Driepolige schakelaar met elektromagnetische bediening

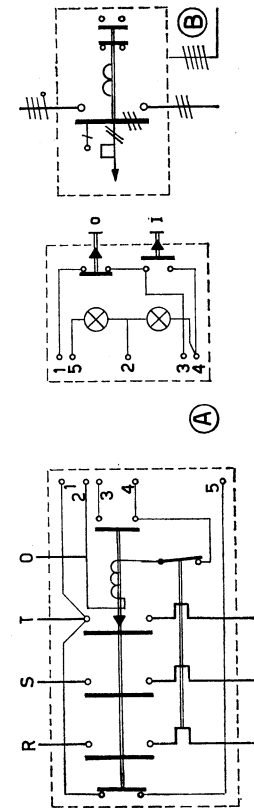


Fig. 11. Driepolige schakelaar met elektromagnetische bediening

12. Aansluiting van meetinstrumenten in draaistroomnet zonder en met nulleider

A geeft de schakeling van ampère-, volt- en wattmeters in een draaistroomnet zonder nulleider en bij niet grote stromen of hoge spanningen.

B geeft de schakeling van deze instrumenten in een draaistroomnet met nulleider onder overigens dezelfde omstandigheden.

13. Aansluiting van kWh-meter in draaistroomnet met nulleider

Deze schakeling wordt gebruikt wanneer met de meter het verbruik wordt gemeten van een gecombineerde licht- en krachtinstallatie.

Bij een krachtinstallatie kan volstaan worden met een kWh-meter voor 2-fasenmeting.

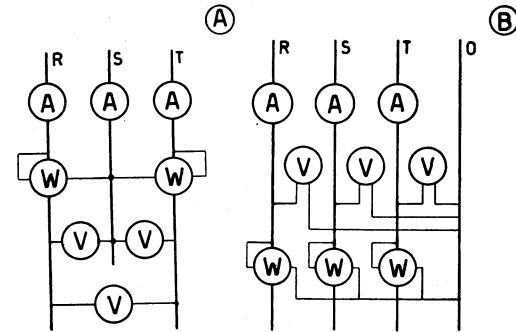


Fig. 12. Aansluiting van meetinstrumenten

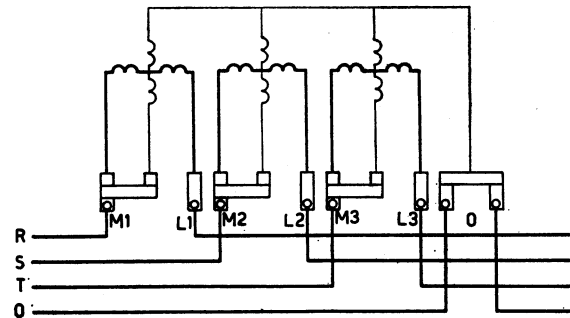


Fig. 13. Aansluiting van kWh-meter in draaistroomnet met nulleider

14. Aansluiting van een voltmeteromschakelaar in een draaistroomnet

A geeft de aansluiting op een draaistroomnet zonder nulleider.
 B geeft de aansluiting op een draaistroomnet met nulleider.

15. Aansluiting van meetinstrumenten op een wisselstroom-hoogspanningsnet

Hierbij maakt men gebruik van meettransformatoren. Een ampèremeter en de stroomspoel van een wattmeter worden aangesloten op de secundaire wikkelingen van stroomtransformatoren en een voltmeter, resp. de spanningspoel van een wattmeter op de secundaire zijden van spanningstransformatoren.

A geeft een schema van de aansluiting. Opgemerkt zij, dat sec. wikkelingen van meettransformatoren uit veiligheidsoverwegingen met de aarde moeten zijn verbonden.

B geeft een schema waarbij het aantal meettransformatoren tot twee blijft beperkt. Opgemerkt zij, dat de ampèremeter en de stroomspoel van de wattmeter in serie zijn geschakeld en de voltmeter en spanningspoel van de wattmeter parallel.

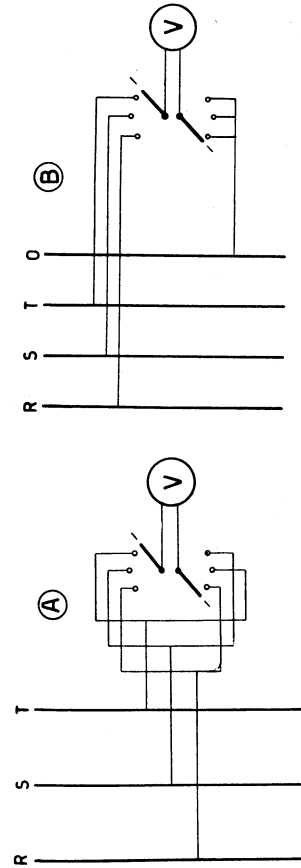


Fig. 14. Aansluiting van een voltmeteromschakelaar

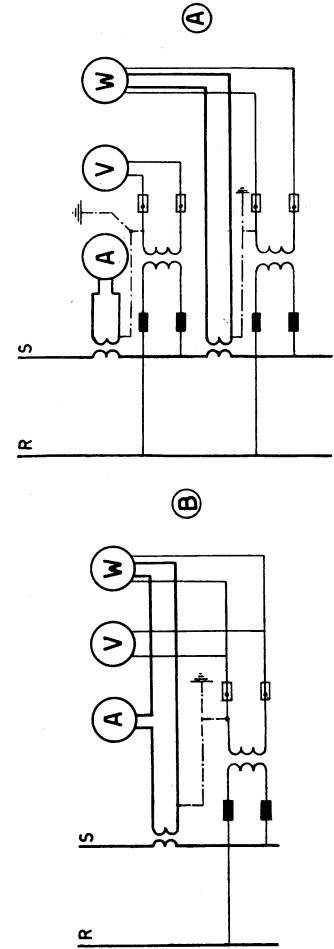


Fig. 15. Aansluiting van meetinstrumenten

16. Aansluiting van een ampèremeteromschakelaar op een draaistroomnet

Uit het schema blijkt, dat bij meting van de stroom in één der leidingen R, S of T de secundaire wikkelingen van de stroomtransformatoren in de andere leidingen staan kortgesloten. Om-schakeling moet bovendien zonder onderbreking plaatsvinden.

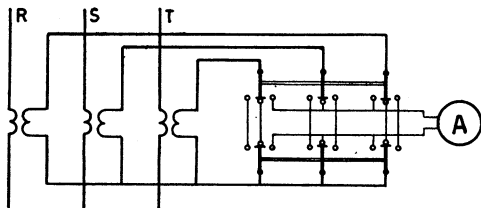


Fig. 16

17. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet zonder nulleider

Uit het schema blijkt, dat de wattmeters in de zgn. schakeling van Aron zijn opgenomen.

18. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet met nulleider

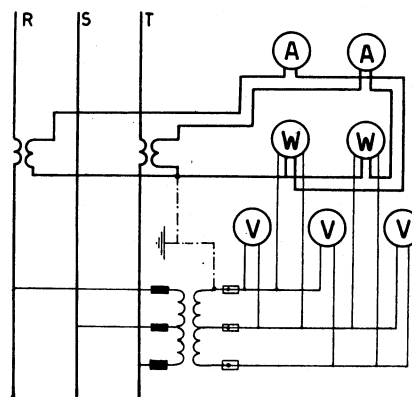


Fig. 17. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet zonder nulleider

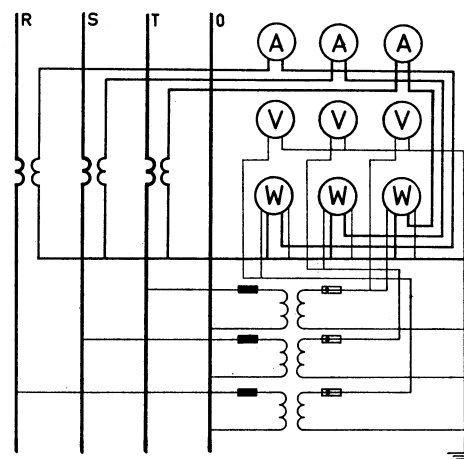


Fig. 18. Aansluiting van meetinstrumenten op een draaistroomnet met nulleider

WISSEL- EN DRAAISTROOM- SCHAKELINGEN

1. Wisselstroomgenerator

A geeft het werkingsschema.

De op de rotor aanwezige veldwikkeling is via twee borstels aangesloten op een kleine shunt-dynamo die voor de benodigde veldstroom zorg draagt. Wisselstroomgenerator en veld-dynamo zijn dikwijls mechanisch gekoppeld. Zowel met behulp van de shuntregelaar als met behulp van de regelaar in de hoofdstroomkring is de grootte van de veldstroom en daarmee de e.m.k. van de wisselstroomgenerator nauwkeurig te regelen. De spanning en de frequentie van de wisselstroomgenerator controleert men met resp. een volt- en een frequentiemeter. Nadat de generator met behulp van een dubbelpolige schakelaar met de rails R en S is verbonden, geven een ampèremeter en een wattmeter de afgegeven stroom en vermogen aan. Daartoe zijn de ampèremeter en de stroomspoel van de wattmeter in serie aangesloten op een stroomtransformator. Daar de generator verondersteld is een lage spanning te geven, kan hier de beveiliging bestaan uit gesloten-buisveiligheden.

B geeft het grondschemata of installatieschema.

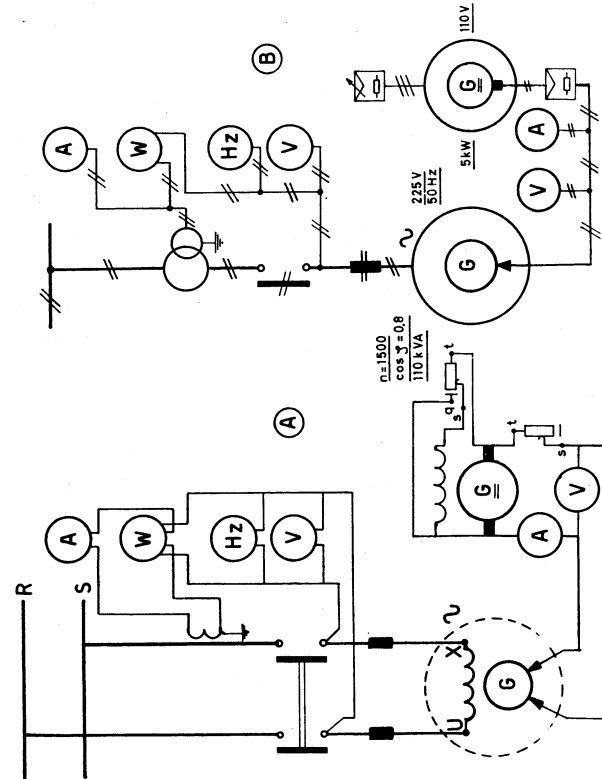


Fig. 1. Wisselstroomgenerator

2. Synchroniseerinrichtingen

Wanneer twee wisselstroomgeneratoren worden parallel geschakeld, moeten niet alleen de spanningen en frequenties van beide machines gelijk zijn, maar moet er bovendien fasegelijkheid bestaan, d.w.z. de potentiaal van de klem U van de ene machine moet gelijk zijn aan de potentiaal van de klem U van de andere; evenmin mag tussen de klemmen X van beide machines op enig ogenblik een potentiaalverschil bestaan. Ter controle op het in fase zijn van beide machines, maakt men gebruik van een synchroniseerinrichting bestaande uit 2 lampen en een voltmeter.

A geeft een schakeling (helderschakeling) waarbij de aan de rails bij te schakelen generator synchroon loopt wanneer de lampen helder gloeien en de voltmeter de dubbele netspanning aangeeft.

B geeft een schakeling (donkerschakeling) waarbij de aan de rails bij te schakelen generator synchroon loopt als de lampen niet gloeien en de 0-voltmeter geen spanning aangeeft. In beide schakelingen moeten de signaallampen voor de normale netspanning zijn berekend.

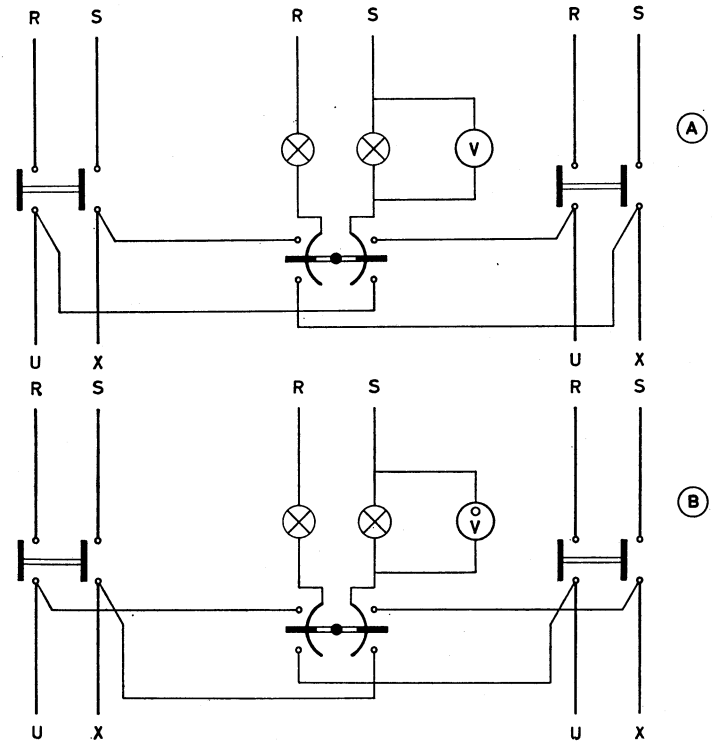


Fig.2. Synchroniseerinrichtingen

3. Parallelschakeling van draaistroomgeneratoren voor lage spanning

Aansluiting en voeding van de veldwikkeling van elke generator komen overéén met die van de hiervoor besproken wisselstroomgenerator.

Drie voltmeters controleren de spanningen tussen R-S, S-T en R-T. Met behulp van drie stroomtransformatoren kunnen de fasestromen in R, S en T worden gemeten. Het aan de rails afgegeven vermogen van elke generator wordt gemeten met een wattmeter in aronschakeling en wordt gesynchroniseerd bij donkerschakeling. Wordt een der machines parallel aan de ander geschakeld, dan zal bij niet synchroon lopen van beide machines een draaiend lichtbeeld worden verkregen. Naarmate het synchroon lopen dicht wordt benaderd is de snelheid waarmee het lichtbeeld draait kleiner, zodat bij volkomen synchrone gang alleen de signaallampen, die met de rails R en T zijn verbonden, gloeien en de derde lamp spanningsloos is, wat overigens met een 0-voltmeter nog kan worden gecontroleerd.

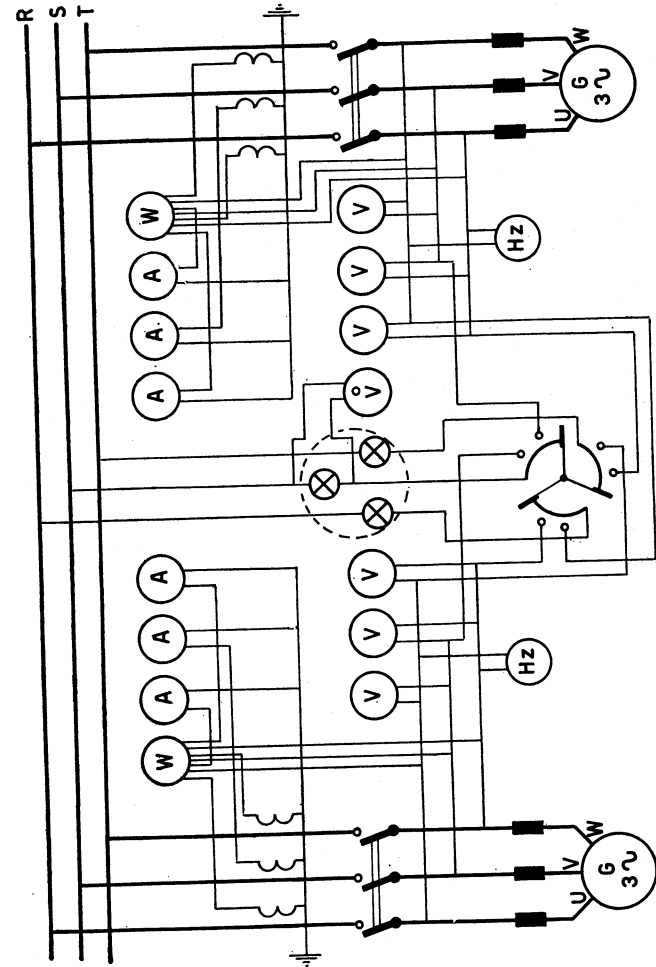


Fig. 3. Parallelschakeling

4. Draaistroomgenerator voor hoge spanning

Aansluiting en voeding van de rotor-veldwikkeling komen overeen met die van de reeds eerder besproken wisselstroomgenerator.

A geeft het werkingsschema.

Smeltveiligheden zijn in het algemeen niet in staat om grote vermogens af te schakelen en meer in het bijzonder niet bij hoge spanningen. Teneinde de machine toch te beveiligen tegen te grote stromen bezit de olieschakelaar een tweepolige magnetische maximumbeveiliging, werkend op uitschakelspoelen. De olieschakelaar bezit een vergrendelend element. Bij te grote stromen wordt de vergrendeling opgeheven. Een met schakelstok te bedienen leidingonderbreker kan de olieschakelaar spanningsloos maken. Alle te controleren elektrische grootheden worden gemeten met meetapparatuur die niet met hoge spanning in aanraking kan en mag komen, zodat het gebruik van stroom- en spanningstransformatoren hier altijd onontbeerlijk is.

Primair is de spanningstransformator beveiligd met gesloten buisveiligheden met het karakter van een scheidingschakelaar. Secundair is de spanningstransformator beveiligd met schroefveiligheden.

B geeft het grondschema of installatieschema.

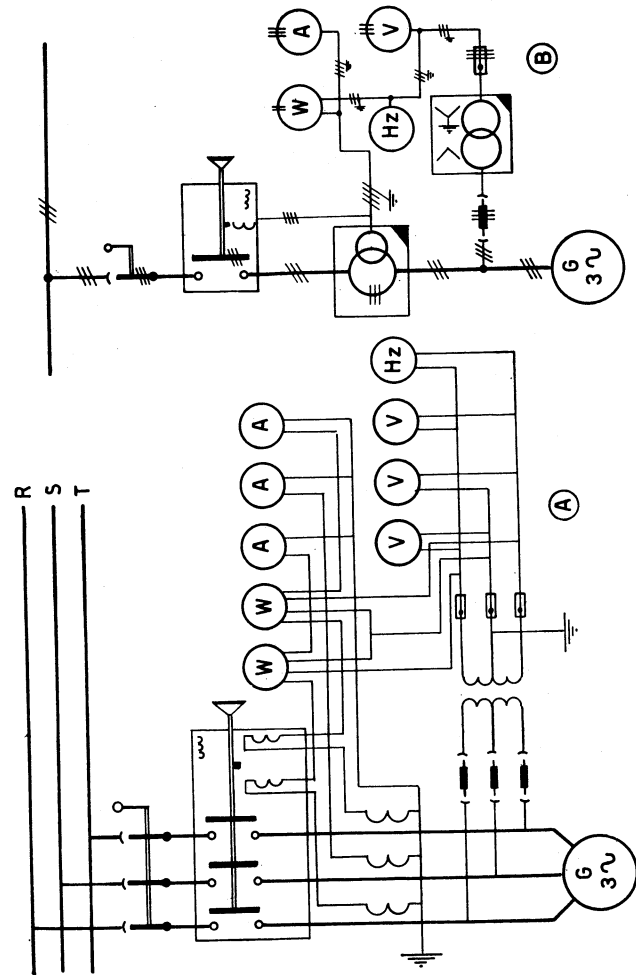


Fig. 4. Draaistroomgenerator voor hoge spanning

5. Wisselstroomseriemotor

De constructie is nagenoeg gelijk aan die van het gelijkstroomtype; twee belangrijke afwijkingen zijn:

- a. de polen worden uit dynamostaalplaat opgebouwd om wervelstromen ten gevolge van ommagnetisering tegen te gaan;
- b. in serie met het anker wordt een **compensatie-wikkeling** aangebracht; het veld, dat door deze wikkeling wordt opgewekt is tegengesteld gericht aan het ankerdwarsveld; aldus worden de nadelige gevolgen van de ankerreactie opgeheven.

A geeft het werkingsschema.

De motor wordt met dubbelpolige schakelaar ingeschakeld.

Het **aanzetten** geschiedt met een aanzettransformator, dus (bijna) zonder verliezen.

Het **omkeren van de draairichting** vindt plaats (als bij een gelijkstroommotor) door óf de stroom in het anker óf de stroom in de veldwikkeling om te keren.

B geeft het grondschema of installatieschema.

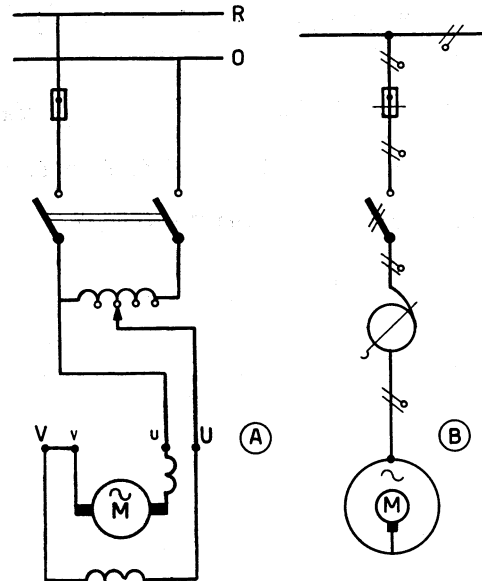


Fig. 5. Wisselstroomseriemotor

6. Repulsiemotor

A geeft het werkingsschema.

De magneetwikkeling U-V is alleen op de spanning aangesloten; het anker wordt via de borstels u-v **kortgesloten**: de ankerstroom ontstaat door inductiewerking.

De borstels zijn zo geplaatst, dat in de ruststand in het anker twee tegengesteld gerichte stromen ontstaan, waarvan de velden elkaar opheffen. Verschuift men de borstels, dan krijgt óf het ene veld, óf het andere de overhand, en de motor loopt aan.

Het aanzetten geschiedt dus door een verschuiven van de borstels.

Het omkeren van de draairichting vindt plaats door de borstels naar de andere kant van de ruststand te bewegen.

B geeft het grondschema of installatieschema.

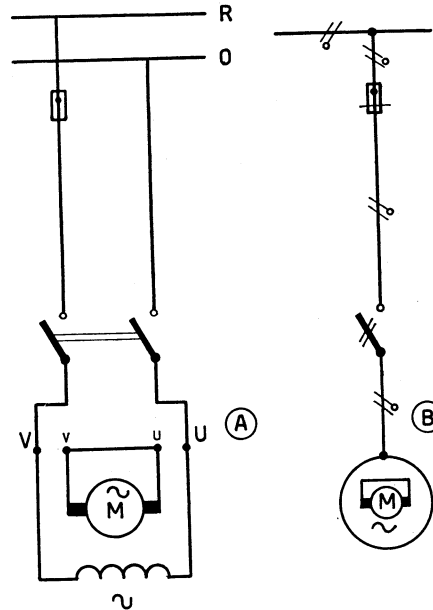


Fig. 6. Repulsiemotor

7. Derimotor

A geeft het werkingsschema.

Het is een repulsiemotor met twee paar borstels; u1-v1 zijn vaste en u2-v2 zijn beweegbare borstels. Het aanlopen en omkeren van de draairichting vinden plaats door verschuiven van de beweegbare borstels u2-v2.

B geeft het grondschema of installatieschema.

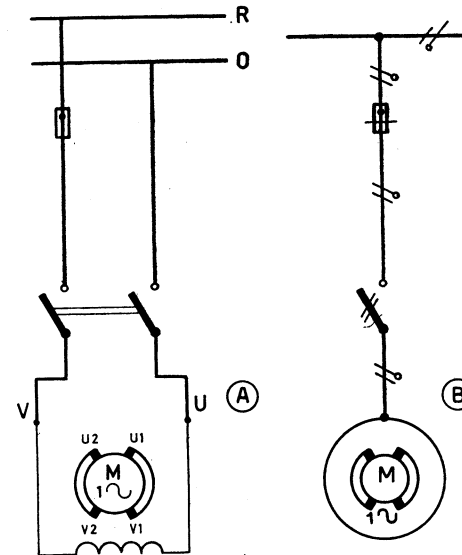


Fig. 7. Derimotor

8. Een-fasemotor met kortgesloten rotor en aanloopwikkeling met condensator

A geeft het werkingsschema.

De statorwikkeling U-V wordt door middel van een dubbel-polige schakelaar op het net aangesloten. De motor bezit bovendien nog een hulpwikkeling die via een condensator op het net is aangesloten.

Hierdoor ontstaat een draaiveld die de rotor in een bepaalde richting doet draaien. Voor het omkeren van de draairichting moet de stroom in de hulpwikkeling worden omgekeerd. De hulpwikkeling blijft gedurende het bedrijf steeds ingeschakeld.

B geeft het grondschema of installatieschema.

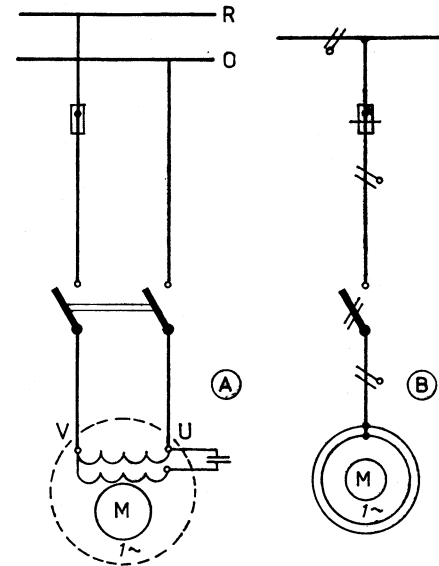


Fig. 8. Een-fasemotor met kortgesloten rotor

9. Een-fasemotor met kortgesloten rotor

A geeft het werkingsschema.

De statorwikkeling U-V wordt door middel van een dubbel-polige schakelaar op het net aangesloten. De motor bezit bovendien nog een hulpwikkeling die alleen bij inschakeling en aanzetten van de motor stroom opneemt en na weinige seconden door een centrifugaal-contactinrichting wordt uitgeschakeld.

B geeft het grondschema of installatieschema.

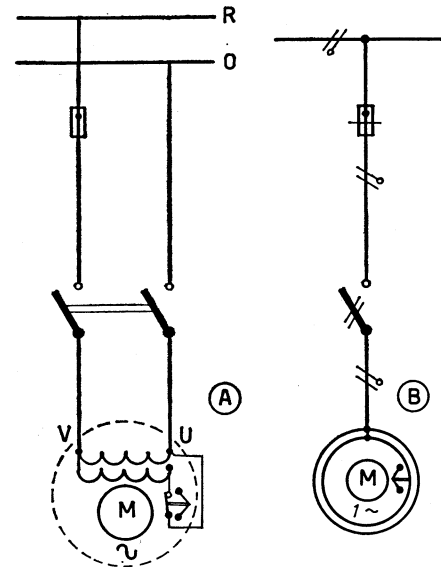


Fig. 9. Een-fasemotor met kortgesloten rotor

10. Kleine draaistroommotor met kooirotor

A geeft het werkingsschema.

In het schema zijn de wikkelingen in ster geschakeld. De wikkelingen kunnen ook in driehoek worden geschakeld op de wijze zoals naast het motorsymbool is aangegeven.

De motor is beveiligd met schroefsmeltveiligheden en wordt ingeschakeld met behulp van een driepolige schakelaar.

B geeft het grondschematische installatieschema.

Veiligheids- en schakelaar worden geacht te zijn beschermd door een gietijzeren kast. Beide kasten en motorhuis zijn met de aarde verbonden.

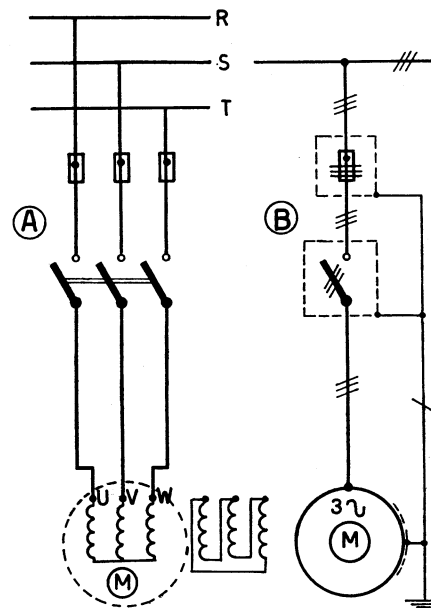


Fig. 10. Kleine draaistroommotor met kooirotor

11. Draaistroommotor met omkeerschakelaar

A geeft het werkingsschema.

De schakelaar heeft drie standen. Vanuit de nulstand kan de schakelaar zo worden omgezet, dat de motor linksom gaat draaien. Bij omzetting vanuit de nulstand in de andere richting gaat de motor rechtsom draaien.

Men merkt op, dat voor verandering van de draairichting verwisseling van twee van de drie draden noodzakelijk is.

B geeft het grondschema of installatieschema.

De metalen omhullingen van veiligheid en schakelaar alsmede het motorhuis zijn volgens voorschrift met de aarde verbonden. Een omkeerschakelaar wordt niet zelden als walschakelaar uitgevoerd. Zie wisselstroomapparaten fig. 3A.

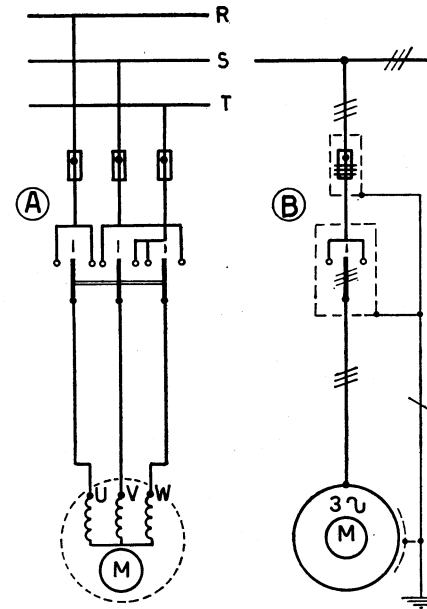


Fig. 11. Draaistroommotor met omkeerschakelaar

12. Klemendoorverbinding bij ster- en driehoekschakeling

De drie wikkelingen met uiteinden U-X, V-Y en W-Z op de stator van een draaistroommotor, kunnen in de ster of driehoek worden geschakeld. De dikke zwarte verbindingen in nevenstaand figuur geven de, op het statorklemmenbord van de motor, aan te brengen doorverbindingen aan. De voedingsdraden R, S en T worden altijd op de klemmen U, V en W van de motor aangesloten.

Voor de aanduiding van de uiteinden van de wikkelingen bij draaistroom zijn nog geen internationale regels vastgesteld.

Hieronder volgt een tabel van de meest voorkomende:

klemmen	Nederl.	Engels	Duits	Amer.
fase I	U-X	A1-A2	U-X	T1-T4
fase II	V-IJ	B1-B2	V-IJ	T2-T5
fase III	W-Z	C1-C2	W-Z	T3-T6
nulpunt	0	N	Mp	T0

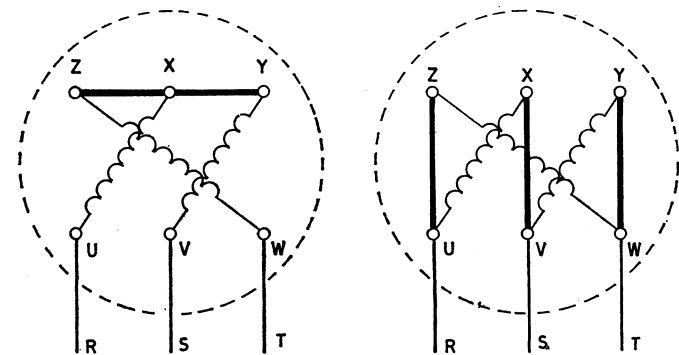


Fig. 12. Klemendoorverbinding bij ster- en driehoekschakeling

13. Draaistroommotor met ster-driehoekschakelaar

A geeft het werkingsschema.

De schakelaar is een zgn. walsschakelaar met drie standen: O, Y en Δ .

In de stand O staat de motor uitgeschakeld. In stand Y zijn de uiteinden X, Y en Z van de statorwikkeling onderling doorverbonden, terwijl de leidingen R, S en T verbonden zijn met resp. uiteinden U, V en W van de statorwikkeling. In de stand Δ liggen de wikkelsuiteinden U en Z doorverbonden aan de leiding R, de wikkelsuiteinden V en X doorverbonden aan de leiding S en de wikkelsuiteinden W en Y doorverbonden aan de leiding T.

B geeft het grond- of installatieschema.

De leidingstukken worden geacht te bestaan uit drieadrige leiding en geaarde blanke draad onder en in contact met de loodmantel.

De ster-driehoekschakelaar wordt bediend door een kruk.

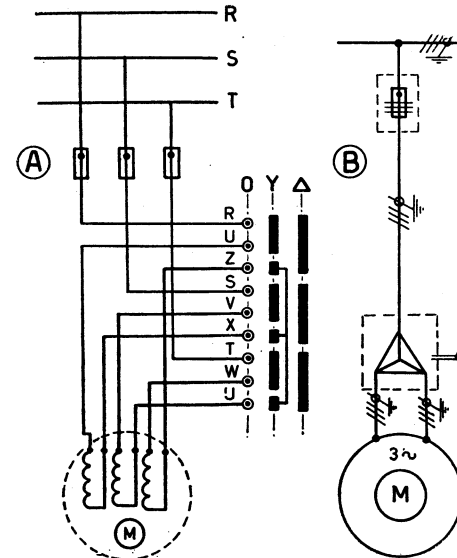


Fig. 13. Draaistroommotor met ster-driehoekschakelaar

14. Draaistroommotor met thermische en magnetische maximumbeveiliging

In verband met de relatief grote aanzetstroom van een draaistroommotor moet de nominale waarde van de smeltveiligheden enige malen groter worden gekozen dan de nominale motorstroom. Het gevolg is, dat bij aanhoudende overbelasting van de motor de veiligheden niet - of te laat - doorsmelten en de motor door overmatige warmteontwikkeling wordt beschadigd. Men gebruikt daarom in deze gevallen een motorschakelaar voorzien van thermische maximumbeveiliging. Een dergelijke schakelaar laat een stroom die groter is dan de nominale motorstroom niet langer toe dan de aanzetstroom van de motor. Bovendien kan men de schakelaar uitrusten met elektromagnetische elementen, waardoor de schakelaar automatisch uitvalt bij een belastingstroom, die de aanzetstroom ook gedurende zeer korte tijd te boven gaat.

A geeft het werkingsschema.

De driepolige schakelaar is voorzien van een driepolige thermische en magnetische maximumbeveiliging en wordt verondersteld met drukknoppen te worden in- en uitgeschakeld.

B geeft het grondschem of installatieschema. De leiding is verondersteld te zijn uitgevoerd met drieaderige omvlochten rubberaderloodkabel met geaarde blanke draad in contact met de loodmantel.

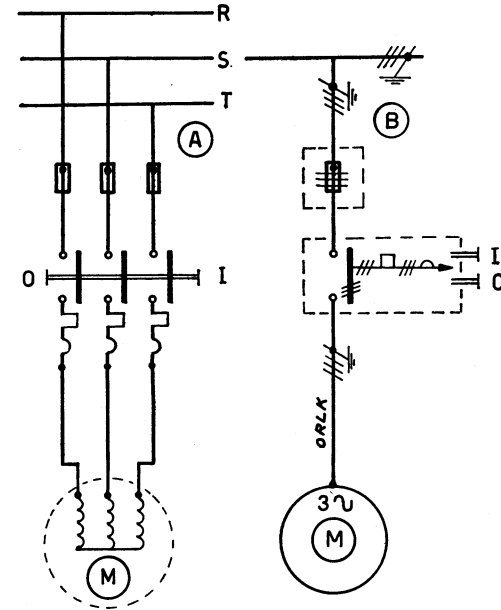


Fig. 14. Draaistroommotor met thermische en magnetische maximumbeveiliging

15. Afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor

Werkingswijze: met drukknop I wordt afstandschakelaar ingeschakeld door middel van spoel M. Door de afstandschakelaar wordt het commando „In” overgenomen door contact m1 en blijft daardoor ingeschakeld. In deze toestand is de stroomloop als volgt (zie stuurstroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, drukknop O, houdcontact m1, spoel M naar de nulleiding O. Uitschakeling gebeurt door het indrukken van drukknop O of door het thermisch relaiscontact Th bij overbelasting van de motor.

Deze schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stuurstroomschema.

Fig. C geeft het grondschem of installatieschema.

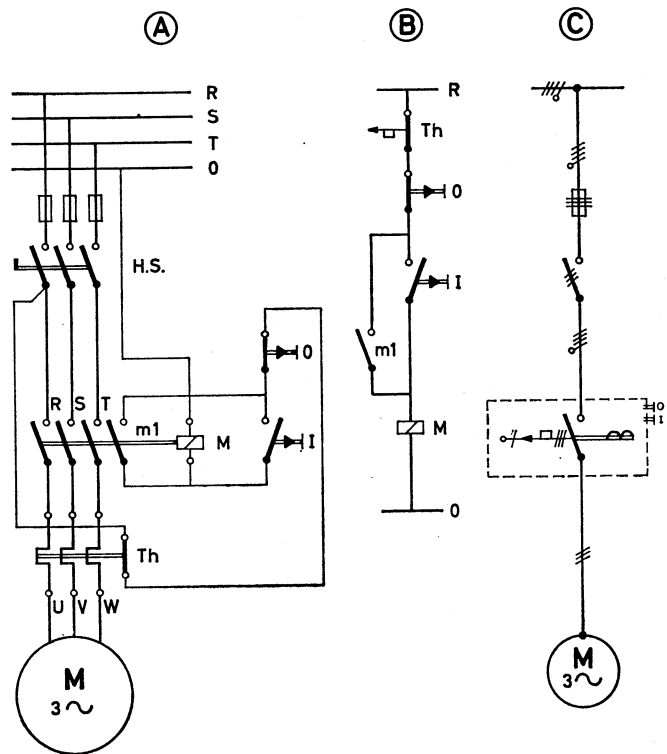


Fig. 15. Draaistroommotor met elektromagnetische afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging

15a. Afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor

Werkingswijze: Met schakelaar I wordt afstandschakelaar M ingeschakeld door middel van spoel M. In deze toestand is de stroomloop als volgt (zie stuurstroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, schakelaar I, spoel M naar de nulleiding O. Uitschakeling gebeurt door het uitschakelen van schakelaar I of door het thermisch relaiscontact Th bij overbelasting van de motor. Het thermisch relaiscontact is voorzien van een vergrendeling, die het weer inschakelen verhindert. Door deze vergrendeling met handbediening weer op te heffen kan de afstandschakelaar weer ingeschakeld worden. Deze vergrendeling voorkomt het zgn. „pompen” van de afstandschakelaar wanneer deze door het thermisch relais uitgeschakeld wordt. Deze schakeling bezit geen nulspanningsbeveiliging.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stuurstroomschema.

Fig. C geeft het grondschem of installatieschema.

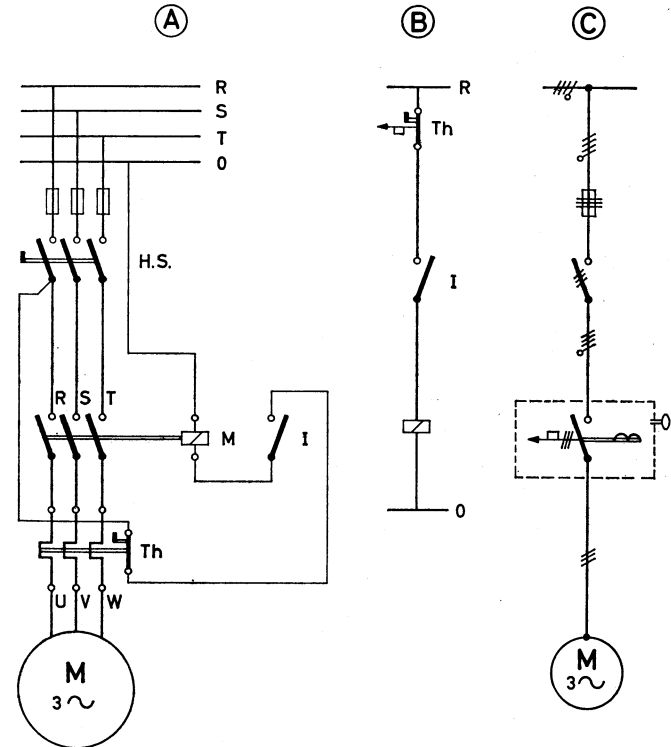


Fig. 15a. Draaistroommotor met elektromagnetische afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging

16. Draaistroommotor met sleepringrotor en rotoraanzetweerstand

Voor grotere vermogens kiest men dikwijls motoren met bewikkelde rotor, die dan worden aangezet met behulp van een rotoraanzetweerstand, terwijl ook in die gevallen waarin men het aantal omwentelingen wenst te regelen een dergelijke motor onontbeerlijk is.

A geeft het werkingsschema.

Daar grote aanzetstromen niet zijn te verwachten kan de motor beveiligd worden met gewone smeltveiligheden.

De motorschakelaar bezit centrale nulspanningsbeveiliging daar, na het eventueel wegvallen van de spanning, de motor niet opnieuw onder spanning mag komen, voordat de aanzetweerstand in de nulstand is teruggezet. Zie schema nr. 8a wissel- en draaistroomapparatuur.

De rotorwikkeling kan drie- of tweefasig zijn uitgevoerd.

B geeft het grond- of installatieschema.

Veiligheden en schakelaars zijn geplaatst in een metalen kast. De aanzetweerstand is geplaatst in een met olie gevulde bak. De leiding bestaat uit drie draden met bovendien gearde blanke draad of kern in contact met de loodmantel.

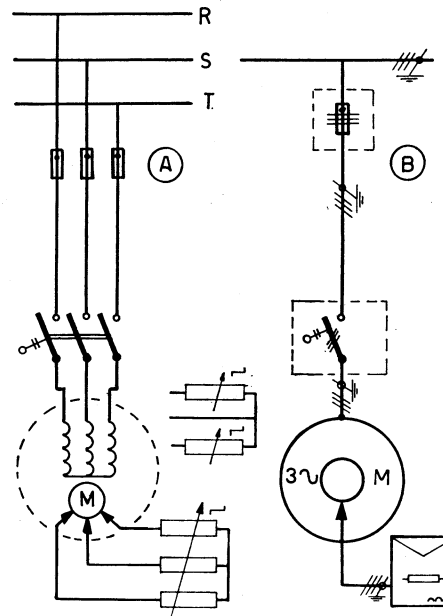


Fig. 16. Draaistroommotor met sleepringrotor en rotoraanzetweerstand

17. Draaistroommotor met kooirotor en aanzettransformator

Wenst men een draaistroommotor met kooirotor ook te gebruiken bij grote vermogens en daarbij grote aanzetstromen te vermijden, dan kan de aanzetstroom worden beperkt met behulp van een aanzettransformator.

A geeft het werkingsschema.

De motor is beveiligd met smeltveiligheden en wordt ingeschakeld met behulp van een schakelaar met centrale-nulspanningsbeveiliging. (Schema nr. 8a wissel- en draaistroomapparaat.)

B geeft het grond- of installatieschema.

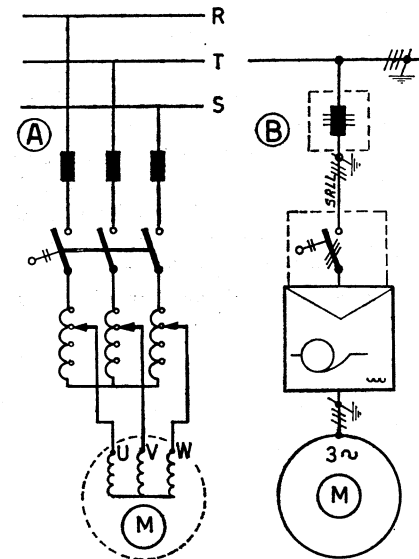


Fig. 17. Draaistroommotor met kooirotor en aanzettransformator

18. Draaistroommotor met rotoraanzet- en regelweerstand en driepolige elektromagnetische schakelaar voorzien van maximumstroom- en nulspanningsbeveiliging

Bij sleepkringmotoren van groter vermogen en motoren waarvan de omwentelingssnelheid moet kunnen worden geregeld, past men niet zelden in oliebad geplaatste rotoraanzet- en regelweerstand toe.

A geeft het werkingsschema.

De motor wordt ingeschakeld met behulp van een driepolige magnetische afstandschrakelaar met driepolige magnetische en tweepolige thermische maximumbeveiliging; bovendien heeft de schakelaar nulspanningsbeveiliging en wordt elektromagnetisch bediend met behulp van twee drukknoppen die nabij de motor zijn geplaatst. De afstandschrakelaar is zodanig met de regelweerstand vergrendeld dat deze alleen in de „0”-stand van de aanzetweerstand kan worden ingeschakeld.

B geeft het grond- en installatieschema.

Ook de schakelaar is verondersteld in olie te zijn geplaatst.

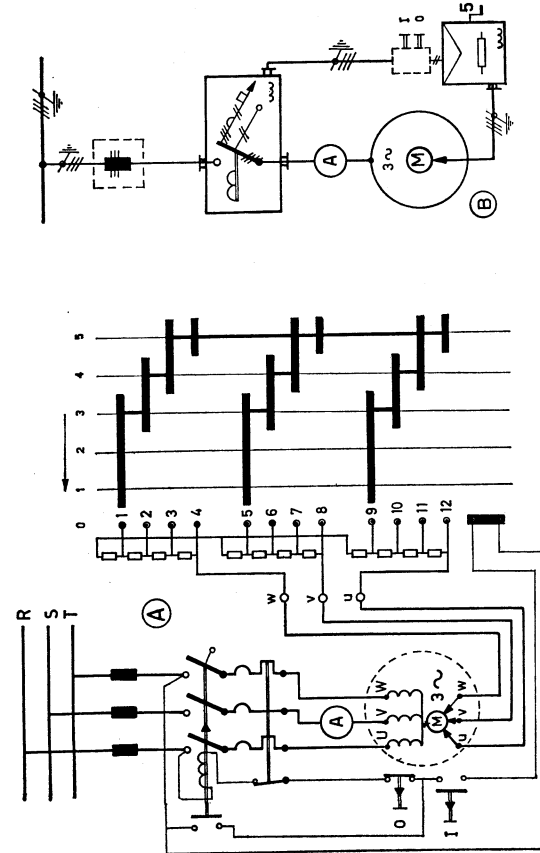


Fig. 18. Draaistroommotor met rotoraanzet- en regelweerstand

19. Omkeercontroller voor draaistroommotor met sleep- rotor en aanzetweerstand

A geeft het werkingsschema.

Bij het lezen van dergelijke schema's moet men de vaste contactvingers of borstels in de „0"-stand denken en volgt men de pijlen welke de schakelrichting van de wals aangeven. Bij „rechts" wordt de motor aangesloten doordat R met V, S met U en T met W wordt verbonden. Bij „links" wordt de motor aangesloten doordat R met U, S met V en T met W wordt verbonden: In beide richtingen worden de weerstanden 1 t/m 9 drie voor drie uitgeschakeld zodat in de eindstand 5 alle weerstanden kortgesloten zijn. Deze schakeling wordt gebruikt voor alle soorten werktuigen waarbij de draairichting geregeld omgekeerd moet worden. Voor hijsinrichtingen is deze schakeling echter niet geschikt.

B geeft het grond- of installatieschema.

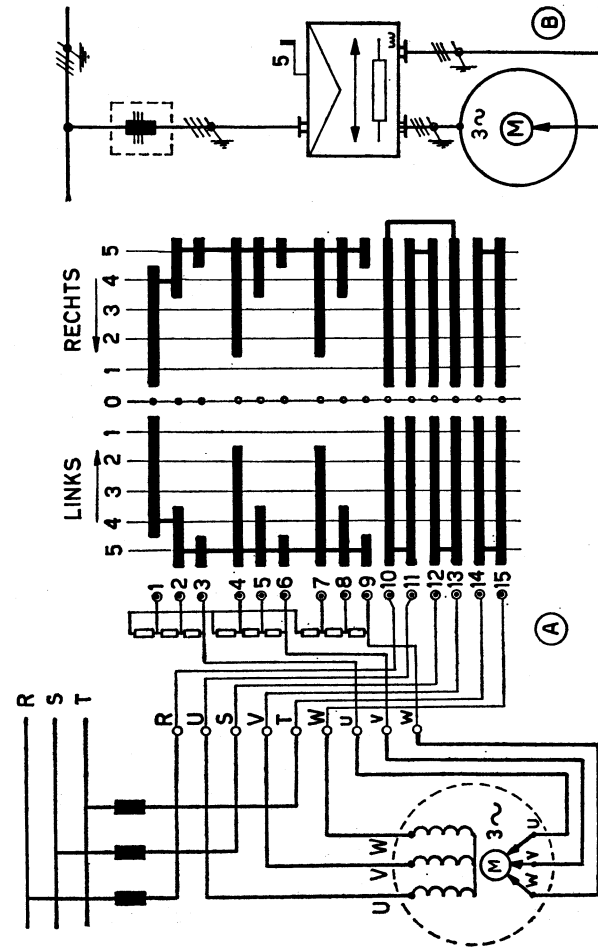


Fig. 19. Omkeercontroller voor draaistroommotor met sleeprotor en aanzetweerstand

20. Afstand-ster-driehoek-schakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor

Werkingswijze: Met drukknop I wordt afstandschakelaar M3 ingeschakeld door middel van spoel M3. In deze toestand is de stroomloop als volgt (zie stuurstroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door de smeltveiligheid, thermisch relaiscontact Th, drukknop O, drukknop I, contact Tr 1, hulpcontact m20 (op schakelaar M2) spoel M3 naar de nul-leider O. Hierdoor wordt schakelaar M3 ingeschakeld. Contact m30 wordt gesloten en contact m31 geopend. Door contact m30 wordt spoel M1 ingeschakeld waardoor schakelaar M1 wordt ingeschakeld. De motor loopt aan in de Y-stand. Tegelijkertijd worden contacten m11 en m12 gesloten. Hierdoor wordt het commando van drukknop I overgenomen en de spoel Tr van het tijdrelais Tr bekrachtigd via contact m11 en m21. In overeenstemming met de ingestelde omschakeltijd schakelt het tijdrelais over van stand 1 op stand 2. Hierdoor valt afstandschakelaar M3 uit, opent contact m30 en sluit contact m31. Is contact Tr 2 gesloten dan wordt afstandschakelaar M2 ingeschakeld door spoel M2 via contact m31, en de motor in Δ geschakeld.

Door het inschakelen van afstandschakelaar M2 wordt contact m20 en m21 geopend en m22 gesloten. Contact m22 neemt het inschakelcommando van contact Tr 2 over, contact m21 schakelt het tijdrelais Tr uit, terwijl contact m20 het inschakelen van afstandschakelaar M3 verhindert. Uitschakelen vindt plaats door het indrukken van drukknop O of door het thermisch relais Th bij overbelasting van de motor. De schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stuurstroomschema.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema. (bladz. 255).

Fig. D geeft het volgordediagram (blz. 255).

N.B. Zie voor verklaring volgordediagram bladzijden 258-260.

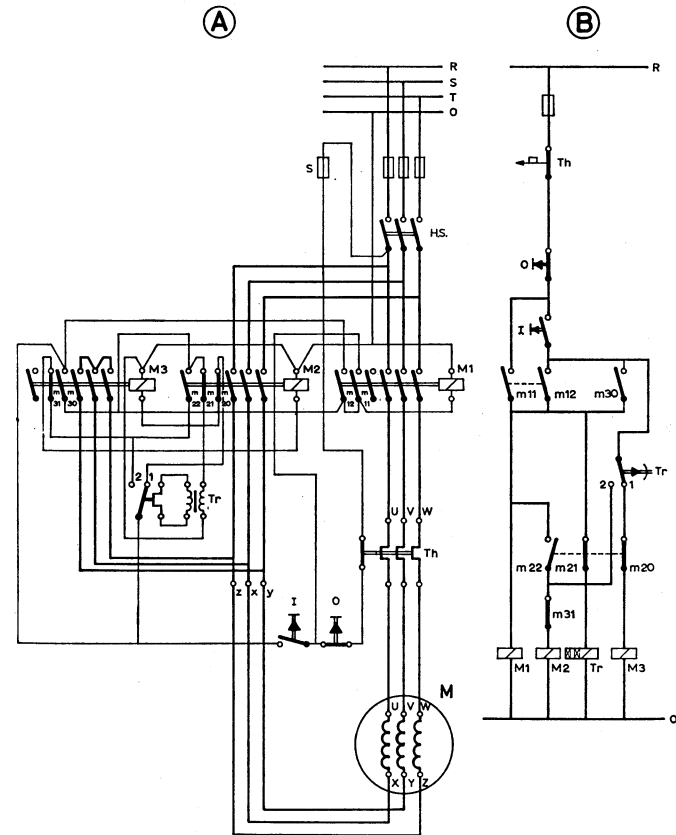
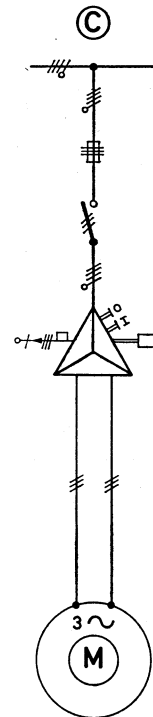


Fig. 20. Draaistroommotor met elektromagnetische ster-driehoek-afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging



(D)

Volgordediagram

Bediening	H.S.	M1	M2	M3	Th	M	I	m11	m12	m20	m21	m22	m30	m31	Tr1	Tr2
H.S. ingezet	□															
I Ingedrukt		□		□		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Trschakelt			□	□		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
O ingedrukt of Th werkt		□	□			□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Bediening	H.S.	M1	M2	M3	Th	M	I	m11	m12	m20	m21	m22	m30	m31	Tr1	Tr2

Fig. 20

21. Afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor

Werkingswijze. Met drukknop I wordt afstandschakelaar M 1 ingeschakeld door middel van spoel M1. In deze stand wordt de motor voor een bepaalde draairichting ingeschakeld. De stroomloop is als volgt (zie stuurstroomschema B). De stroom gaat vanaf fase R door thermisch contact Th, uitdrukknop O, rustcontact-drukknop II, maakcontact-drukknop I, schakelaarcontact m21, spoel M1 naar de nulleiding O. Door afstandschakelaar M1 wordt het commando „In” overgenomen door contact m11 via het rustcontact van de drukknop O. Afstandschakelaar M1 is nu door contact m21 elektrisch vergrendeld met M2. Hierdoor is het gelijktijdig inschakelen van M2 voorkomen.

Uitschakelen vindt plaats door het indrukken van drukknop O of door het thermisch relaiscontact Th bij overbelasting van de motor. Na het uitschakelen door drukknop O kan afstandschakelaar M2 ingeschakeld worden door drukknop II. De stroomloop is als volgt: De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, indrukknop O, rustcontact-drukknop I, maakcontact-drukknop II, schakelaarcontact m12, spoel M2 naar de nulleiding O. Door afstandschakelaar M2 wordt het commando „In” overgenomen door contact m22 via het rustcontact van de drukknop O. Afstandschakelaar M2 is nu door contact m12 elektrisch vergrendeld met M1. Hierdoor is het gelijktijdig inschakelen van M1 voorkomen. De motor draait nu in een andere richting omdat twee fasen nl. R en S verwisseld zijn.

Deze schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stuurstroomschema.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema (zie blz. 259).

Fig. D geeft het volgordediagram (zie blz. 259).

N.B. Zie voor verklaring volgordediagram bladzijden 258-260.

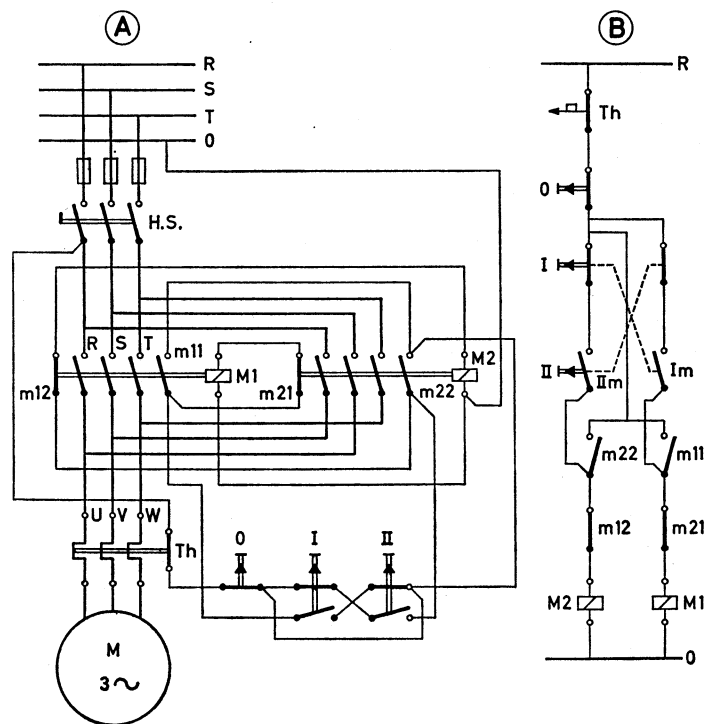


Fig. 21. Draaistroommotor met elektromagnetische afstandschakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging

Toelichting bij het volgordediagram

Een volgordediagram dient om de volgorde waarin schakeltoestanden tot stand komen, zo overzichtelijk mogelijk aan te geven. De tijdlijn loopt van boven naar beneden. Met behulp van horizontale lijnen zijn dan op een bepaald tijdstip de toestellen af te lezen die al of niet zijn ingeschakeld.

Het opkomen van een relais of het bekrachtigen van een inschakelspoel wordt door een vierkantje voorgesteld. De bovenste lijn van het vierkantje is het tijdstip waarop de bekrachtiging begint en de stroomkring wordt gesloten. De onderste lijn van het vierkantje is het tijdstip waarop de contacten sluiten of openen. Hetzelfde geldt bij het afvallen van een relais of het uitschakelen van de bekrachtigingsstroom van een inschakelspoel. De bovenste lijn van het vierkantje komt dan overeen met het tijdstip van uitschakelen van de stroom door de spoel, en de onderste lijn met het weer terugvallen van de contacten in de oorspronkelijke toestand. De tijd dat een relais of een spoel is bekrachtigd is de verticale lijn tussen het inschakelen en het uitschakelen van een relais of spoel. Wanneer een relais of spoel contacten heeft, die vertraagd openen of sluiten dan worden de vierkantjes als rechthoekjes getekend, afhankelijk van deze tijden.

Wanneer een bepaald contact door een ander contact wordt overgenomen, dan worden deze contacten voorgesteld door een zgn. „houdweg” gemerkt H.

Als voorbeeld is schakeling nr. 21 genomen met het volgordediagram fig. 21 D.

H.S. ingezet. Contact Th, m21 en m12 zijn gesloten.

I ingedrukt. Spoel M1 wordt bekrachtigd en motor M wordt ingeschakeld. Contact Im wordt tijdens het indrukken gesloten. Contact Im wordt door m11 overgenomen en vastgehouden. Contact m12 wordt geopend voor het vergrendelen van spoel M2. Contact m21 blijft gesloten.

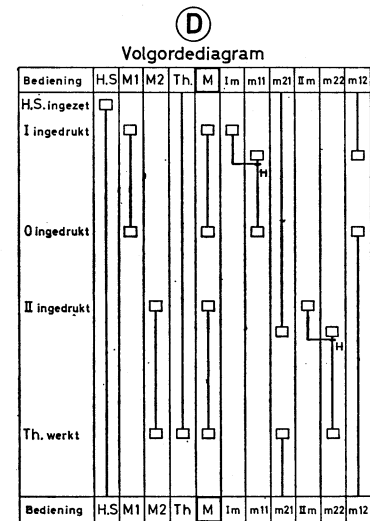
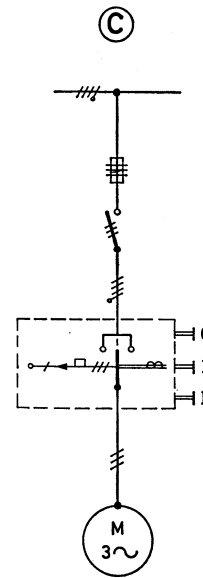


Fig. 21

O ingedrukt. Spoel M1 wordt uitgeschakeld en daardoor motor M. Contact m21 blijft gesloten en contact m12 is weer gesloten.

II ingedrukt. Spoel M2 wordt bekrachtigd en motor M wordt voor een andere draairichting ingeschakeld. Contact IIm wordt tijdens het indrukken gesloten. Contact IIm wordt door m22 overgenomen en vastgehouden. Contact m21 wordt geopend voor het vergrendelen van spoel M1. Contact m12 blijft gesloten.

Th werkt. Spoel M2 wordt uitgeschakeld en daardoor motor M. Contact Th is geopend. Contacten m21 en m12 blijven gesloten.

21a. Afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging voor draaistroommotor

Werkingswijze. Met omschakelaar in stand I wordt afstandschakelaar M1 ingeschakeld door middel van spoel M1. In deze stand wordt de motor voor een bepaalde draairichting ingeschakeld. De stroomloop is als volgt (zie stroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, omschakelaar stand I, schakelcontact m21, spoel M1 naar de nulleiding O.

Afstandschakelaar M1 is nu door contact m21 elektrisch vergrendeld met M2. Hierdoor is het gelijktijdig inschakelen van M2 voorkomen. Uitschakelen geschiedt door het omzetten van de omschakelaar in de nulstand of door het thermisch relaiscontact Th bij overbelasting van de motor. Na het uitschakelen door de omschakelaar kan, door deze om te zetten in stand II de afstandschakelaar M2 ingeschakeld worden. De stroomloop is als volgt: De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, omschakelaar stand II, schakelcontact m12, spoel M2 naar de nulleiding O. Afstandschakelaar M2 is nu door contact m12 elektrisch vergrendeld met M1. Hierdoor is het gelijktijdig inschakelen van M1 voorkomen.

Uitschakelen vindt plaats door het omzetten van de omschakelaar in de nulstand. Wanneer de afstandschakelaar door middel van het thermisch relaiscontact Th wordt uitgeschakeld dan wordt dit contact in de uitstand vergrendeld en vastgehouden om het zgn. „pompen” te voorkomen. Door deze vergrendeling met handbediening weer op te heffen kan de afstandschakelaar weer ingeschakeld worden.

Deze schakeling bezit geen nulspanningsbeveiliging.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stroomschema.

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema (blz. 265).

Fig. D geeft het volgordediagram (blz. 265).

N.B. Zie voor verklaring volgordediagram bladzijden 258-260.

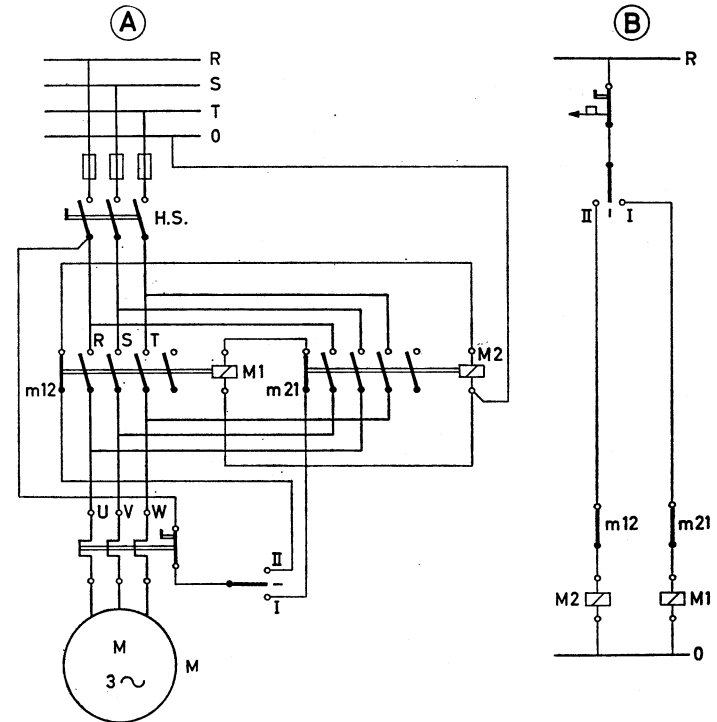


Fig. 21a. Draaistroommotor met elektromagnetische afstandschakelaar met continucontactbediening en thermische beveiliging

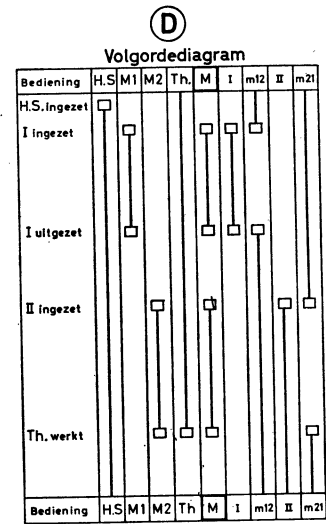
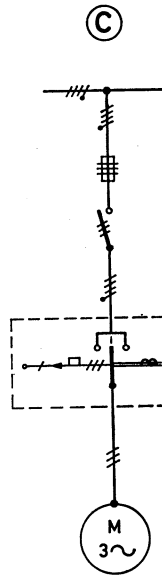


Fig. 21a

22. Draaistroomsleepringmotor met elektromagnetische schakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging

Werkingswijze. Zoals uit de figuur blijkt wordt de rotoraanzetweerstand, na inschakeling van de motor, in twee trappen uitgeschakeld.

Met drukknop I wordt afstandschrakelaar M1 ingeschakeld door middel van spoel M1. In deze toestand is de stroomloop als volgt (zie stuurstroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door thermisch relaiscontact Th, drukknop O, drukknop I, spoel M1 naar de nulleiding O. Schakelaar M1 schakelt in en de motor M loopt aan. Door het inschakelen van schakelaar M1 wordt contact m12 gesloten en neemt drukknopcontact I over. Hierdoor blijft schakelaar M1 ingeschakeld. Door het sluiten van contact m12 wordt tijdrelais T1 via contact m11 en m12 ingeschakeld. Na enkele seconden wordt het contact van T1 gesloten. Hierdoor wordt schakelaar M2 ingeschakeld door middel van spoel M2. Een gedeelte van de aanloopweerstand wordt daardoor kortgesloten en de motor neemt een hoger toerental aan.

Door schakelaar M2 wordt contact m21 gesloten, waardoor tijdrelais T2 in werking wordt gesteld. Na enkele seconden wordt het contact van T2 gesloten, waardoor schakelaar M3 door middel van spoel M3 wordt ingeschakeld. Hiermede is nu de gehele aanloopweerstand kortgesloten en bereikt de motor zijn normaal toerental. Door schakelaar M3 wordt met contact m31 het contact van T2 overgenomen. Met contact m32, dat nu geopend is, worden schakelaar M2, tijdrelais T1 en T2 uitgeschakeld. Tijdens het bedrijf blijven M1 en M3 ingeschakeld. De motor wordt uitgeschakeld door middel van drukknop O of bij overbelasting door thermisch relais Th.

Deze schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema.

Fig. B geeft het stuurstroomschema (blz. 269).

Fig. C geeft het grondschemadiagram of installatieschema (blz. 269).

Fig. D geeft het volgordediagram (blz. 271).

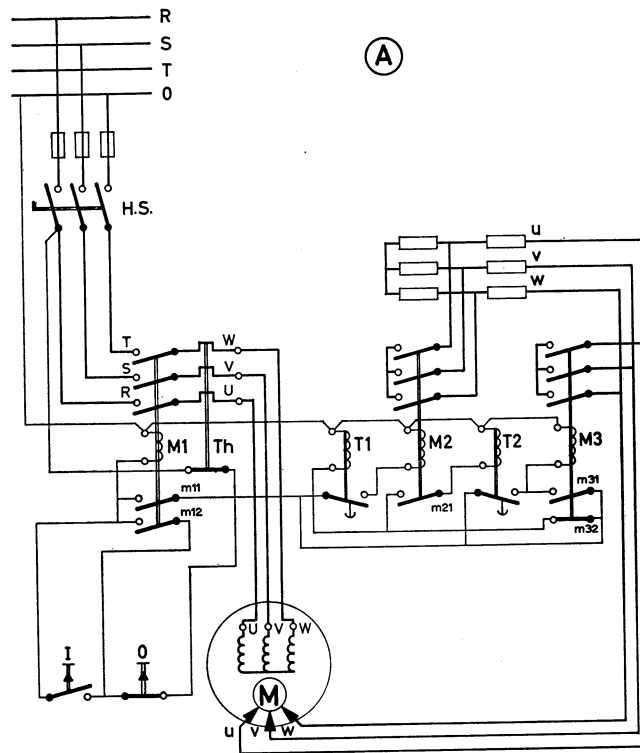


Fig. 22. Draaistroomsleepringmotor met elektromagnetische schakelaar met drukknopbediening en thermische beveiliging

N.B. Zie voor verklaring volgorde-diagram
bladzijden 258-260.

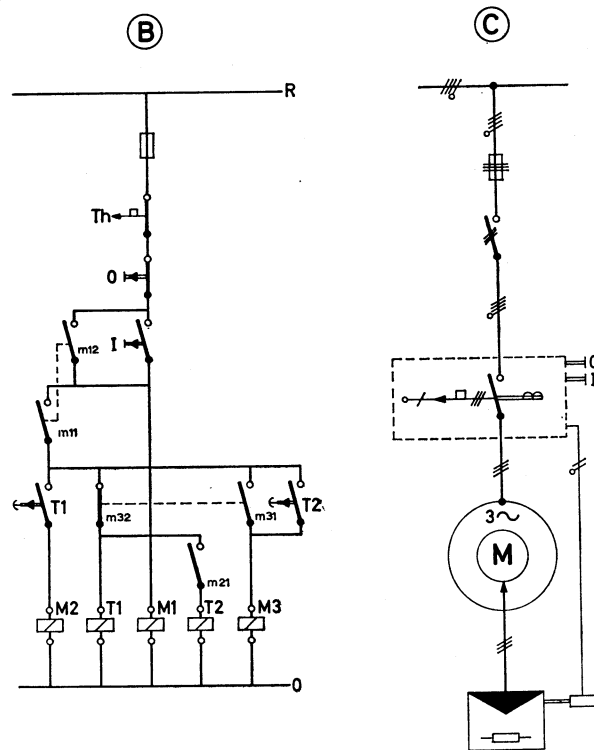


Fig. 22

Ⓓ

Volgordediagram

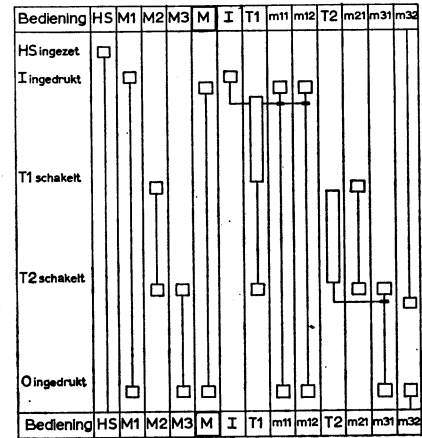


Fig. 22

23. Draaistroommotor met poolomschakeling en gescheiden wikkelingen, elektromagnetische poolomschakelaar en driepolige thermische maximumbeveiliging

Werkingswijze. Met drukknop I wordt afstandschakelaar M1 ingeschakeld door middel van spoel M1 (laag toerental). Met drukknop II wordt afstandschakelaar M2 ingeschakeld door middel van spoel M2 (hoog toerental). Bij deze schakeling kan naar willekeur M1 of M2 ingeschakeld worden. Door de elektrische vergrendeling via contacten m11 en m21 is het mogelijk dat steeds maar één afstandschakelaar kan worden ingeschakeld.

Bij het lage toerental is de stroomloop als volgt (zie stuur-stroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door de smeltveiligheid, thermisch relaiscontact Th 1, thermisch relaiscontact Th 2, drukknop O, verbreekcontact drukknop II, maakcontact drukknop I, contact m21, spoel M1 naar nulleider O. Contact m12 wordt gesloten en neemt het maakcontact van drukknop I over, waardoor M1 ingeschakeld blijft. Contact m11 wordt geopend, waardoor schakelaar M2 niet kan worden ingeschakeld.

Bij het hoge toerental is de stroomloop als volgt. De stroom gaat vanaf fase R door de smeltveiligheid, thermisch relaiscontact Th1, thermisch relaiscontact Th2, drukknop O, verbreekcontact drukknop I, maakcontact drukknop II, contact m11 en spoel M2 naar nulleider O. Contact m22 wordt gesloten en neemt het maakcontact van drukknop II over waardoor M2 ingeschakeld blijft. Contact m21 wordt geopend waardoor schakelaar M1 niet kan worden ingeschakeld.

Uitschakeling volgt door het indrukken van drukknop O of door de thermische relaiscontacten Th1 en Th2.

Wanneer de inschakeling van het hoge toerental via het lage toerental moet gebeuren dan is deze schakeling niet te gebruiken.

Deze schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema. Fig. B geeft het stuur-stroomschema. Fig. C geeft het grondschema of installatie-

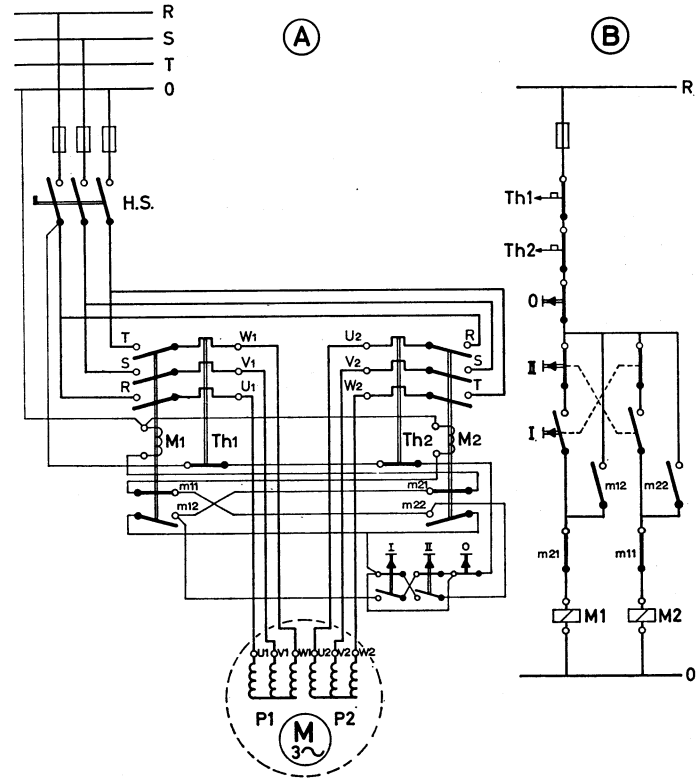
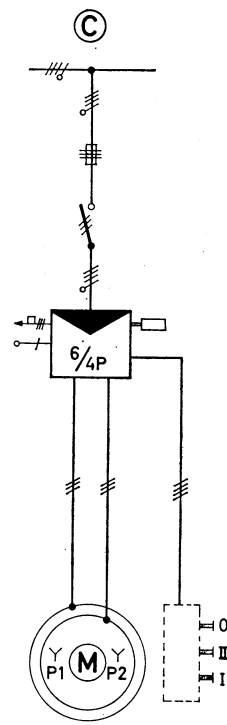


Fig. 23. Draaistroommotor met poolomschakeling en gescheiden wikkelingen

schema (blz. 275). Fig. D geeft het volgordediagram (blz. 275).
 N.B. Voor verklaring volgordediagram zie blz. 258-260.



(D)

Volgordediagram

Bediening	HS	M1	M2	M	I	II	m1	m2	m21	m22
HS. in	□									
I Ingedrukt		□			□		□		□	
				LT					H	
O Ingedrukt of Th1 werkt		□					□		□	
II Ingedrukt			□							□
				HT						H
O Ingedrukt of Th2 werkt			□							□
Bediening	HS	M1	M2	M	I	II	m1	m2	m21	m22

Fig. 23

24. Dahlanderschakeling

De motor is zodanig gewikkeld en kan zodanig worden geschakeld, dat op volle of halve snelheid wordt gedraaid. Bijv. 3000-1500 toeren per min, of 1500-750 toeren per minuut.

In stand 1 van de walsschakelaar is: T met w, S met v en R met u doorverbonden. De wikkelingen: ux, vy en wz zijn dan in driehoek geschakeld overeenkomstig de principetekening links boven. De motor draait dan op halve snelheid.

In stand 2 van de walsschakelaar ligt: u1 aan T, v1 aan S en w1 aan R. Bovendien zijn u, v en w met elkaar doorverbonden op de schakelaar en x, y en z op de motor. De schakeling wordt dan zoals rechts boven is aangegeven, waarbij de motor op volle snelheid draait.

Schakeling van de motorfasen: driehoek-dubbelster.

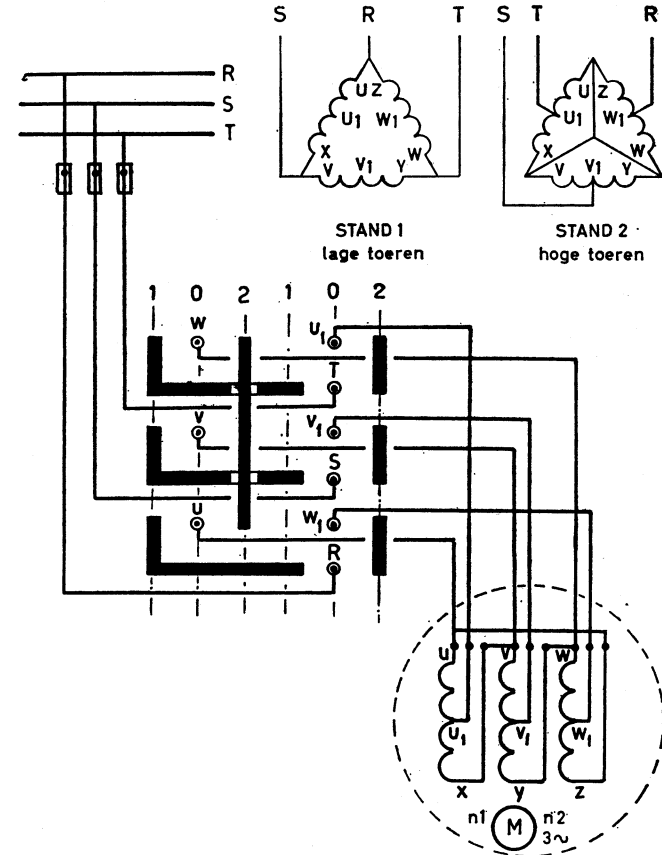


Fig. 24. Dahlanderschakeling

25. Draaistroommotor met poolomschakeling in dahlanderschakeling, elektromagnetische poolomschakelaar en driepolige thermische maximumbeveiliging

Werkingswijze. Met drukknop I wordt afstandschrakelaar M1 ingeschakeld door middel van spoel M1 (laag toerental). Met drukknop II worden afstandschrakelaars M2 en M3 ingeschakeld door middel van spoel M2 en M3 (hoog toerental).

Bij deze schakeling kan naar willekeur M1 of M1 en M2 ingeschakeld worden, maar niet alle tegelijk. Door de elektrische vergrendeling via contacten m11, m12, m21 en m31 is het mogelijk dat of schakelaar M1 of schakelaar M2 en M3 kunnen worden ingeschakeld. Bij het lage toerental is de stroomloop als volgt (zie stuurstroomschema B).

De stroom gaat vanaf fase R door de smeltveiligheid, thermisch relaiscontact Th1, thermisch relaiscontact Th2, drukknop O, verbreekcontact drukknop II, maakcontact drukknop I, contact m21, contact m31 en spoel M1 naar nulleider O. Contact m13 wordt gesloten door schakelaar M1 en neemt het maakcontact van drukknop I over, waardoor schakelaar M1 ingeschakeld blijft. Contacten m11 en m12 worden geopend, waardoor schakelaars M2 en M3 niet kunnen worden ingeschakeld.

Uitschakeling volgt door het indrukken van drukknop O. Bij het hoge toerental is de stroomloop als volgt. De stroom gaat vanaf fase R door de smeltveiligheid, thermisch relaiscontact Th1, thermisch relaiscontact Th2, drukknop O, verbreekcontact drukknop I, maakcontact drukknop II, contact m11 en spoel M2 naar nulleider O. Schakelaar M2 wordt ingeschakeld en sluit tevens contact m22, waardoor via dit contact, contact m12, spoel M3 naar nulleider O. Schakelaar M3 wordt ingeschakeld. Contact m32 wordt gesloten door schakelaar M3 en neemt het maakcontact van drukknop I over, waardoor schakelaars M3 en M2 ingeschakeld blijven. Contacten m21 en m31 worden geopend, waardoor schakelaar M1 niet kan worden ingeschakeld.

Uitschakeling volgt door het indrukken van drukknop O of bij overbelasting door het thermisch relaiscontact Th1 en Th2.

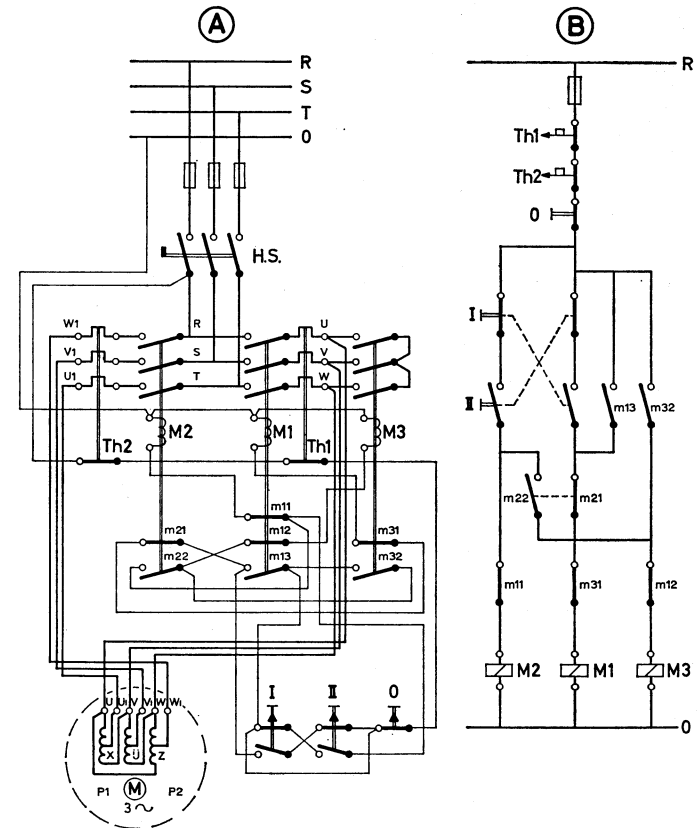


Fig. 25. Dahlanderschakeling met afstandsbediening

Wanneer de inschakeling van het hoge toerental via het lage toerental moet gebeuren dan is deze schakeling niet te gebruiken.

Bij de overschakeling van het lage toerental naar het hoge toerental moeten evenals bij schakeling 24 twee fasen verwisseld worden daar bij deze overschakeling anders de motor in de verkeerde richting gaat draaien.

Deze schakeling bezit nulspanningsbeveiliging door de drukknopbediening.

Fig. A geeft het werkingsschema (blz. 279).

Fig. B geeft het stuurschema (blz. 279).

Fig. C geeft het grondschema of installatieschema.

Fig. D geeft het volgordediagram.

N.B. Voor verklaring van het volgordediagram zie bladzijden 258-260.

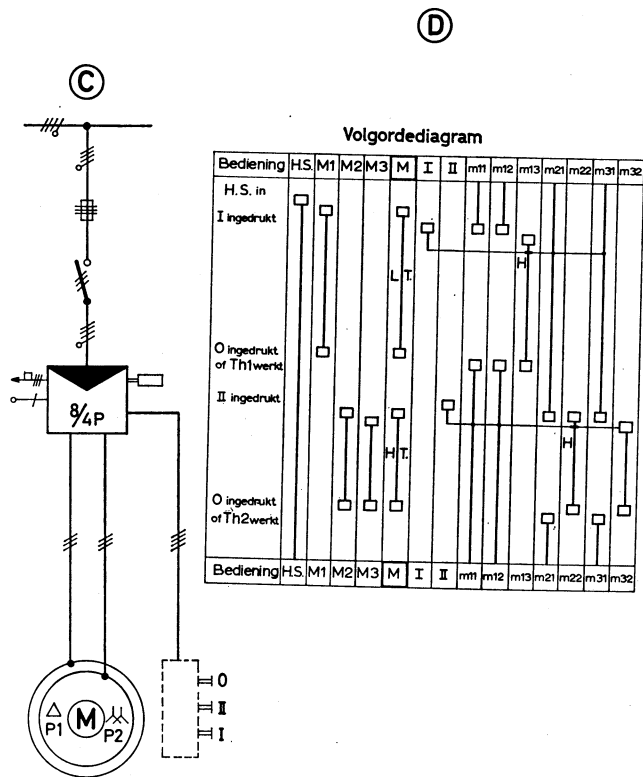


Fig. 25

26. Draaistroommotor in kleine goederenliftinstallatie

Behalve voor een kleine goederenlift kan de installatie ook worden gebruikt voor het sluiten en openschuiven van gordijnen in grotere vertrekken (bijv. projectielokaal) en het openen en sluiten van grotere schuifdeuren.

De motor die bij het wegvallen van de spanning op de statorwikkeling, direct wordt afgeremd door de remhefmagneet MR, wordt bediend met twee drukknoppen, die de motor in de ene of de andere richting kunnen laten draaien. Na met een der drukknoppen te zijn ingezet, wordt de motor weer uitgeschakeld door een zgn. eindschakelaar, bediend door rol of sleepstuk. Een elektromagnetische omkeerschakelaar die normaal met behulp van een driepolige schakelaar is aangesloten op het net, wordt door de reeds eerder genoemde drukknoppen bediend.

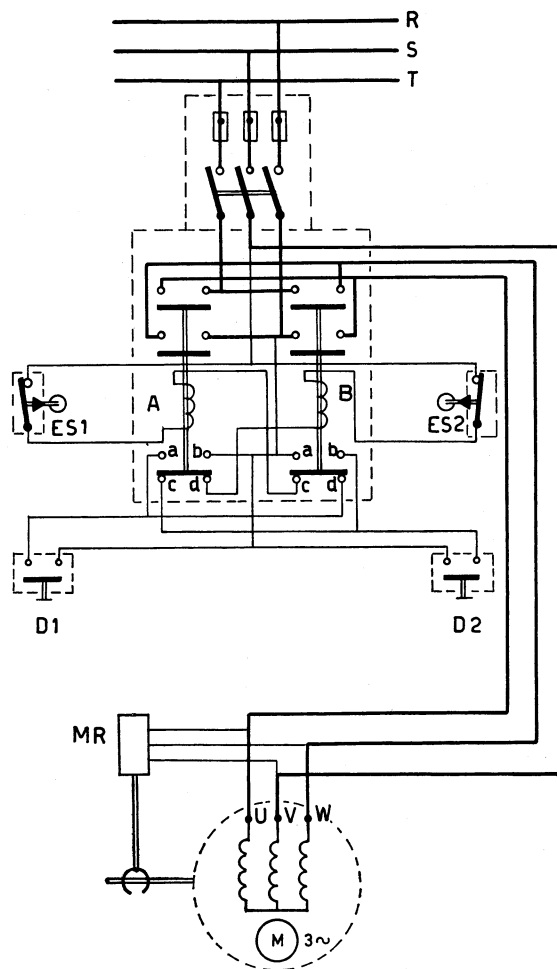


Fig. 26. Draaistroommotor in een kleine goederenliftinstallatie

27. Strijkrem-hijscontroller voor draaistroommotor met sleep-ringrotor en aanzetweerstand

Deze strijkrem-hijscontroller wordt toegepast in kraanbedrijven e.d. waarbij zware lasten gehesen en gestreken moeten worden. De installatie wordt in bedrijf gesteld door het inschakelen van een driepolige schakelaar met driepolige maximum- en tweepolige centrale nulspanningsbeveiliging (zie schema 8a wissel- en draaistroomapparaatuur). Een eindschakelaar ES en een noodeindschakelaar NES zorgen voor de uitschakeling als, door onachtzaamheid van het bedienend personeel, de hijs te ver mocht gaan.

De controller heeft 6 standen in de hijsrichting en 10 standen in de strijkrichting. Bij „hijsen” wordt R met U, S via NES - ES - S2 met V en T via NES - ES - T2 met W verbonden. De motor loopt dus aan zodat het hijsen begint. De remhefmagneet MR wordt ingeschakeld daar R met U, S2 met 14 en T2 met 13 verbonden worden. Hierdoor wordt de mechanische rem vrijgegeven. De weerstanden 2, 3 en 4 worden in de eerste stand kortgesloten en in de volgende standen worden de weerstanden achtereenvolgens kortgesloten tot in stand 6 de gehele weerstand kortgesloten is en de motor met zijn maximaal koppel draait. Is het hijsen beëindigd dan schakelt men de controller weer in de „0”-stand terug.

Bij het strijken heeft men in de eerste 4 standen het zgn. „remdalen”. De bedoeling is om bij zware lasten gedurende het strijken de motor te laten remmen. Dit wordt verkregen door de motor tegenstroom te geven, dus door de motor zodanig te schakelen dat deze in de hijsrichting wil gaan draaien. Bij „remdalen” worden dus R met U, S via NES - S1 met V en T via NES - T1 met W verbonden. In deze 4 standen is ES kortgesloten en werkt dus niet meer. De remhefmagneet wordt ingeschakeld daar R met U, S1 met 14 en T1 met 13 verbonden zijn.

In de eerste stand loopt de motor aan met 3 kortgesloten weerstanden. Heeft de motor toch neiging om in de hijsrichting te gaan draaien dan schakelt men over op stand 2 waardoor weer een weerstand bijgeschakeld wordt. Blijft de motor toch

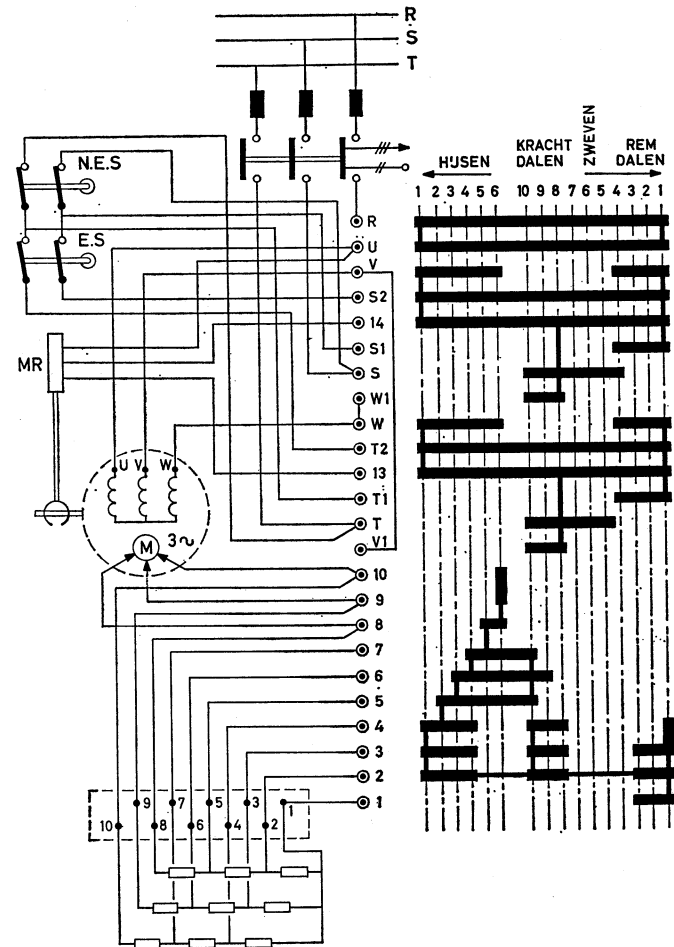


Fig. 27. Strijkrem-hijscontroller voor draaistroommotor met sleep-ringrotor en aanzetweerstand

in de hijsrichting draaien dan kan men, afhankelijk van de last, verder schakelen tot stand 4 zodat de gehele weerstand weer in de rotorketen opgenomen wordt en daardoor het tegenkoppel afneemt.

Bij kleine lasten kan men doorschakelen tot de standen 5, 6 en 7 „zweven”. Hierbij is de motor uitgeschakeld maar de remhefmagneet blijft ingeschakeld. Dan is nl. R met U, S met 14 en T met 13 verbonden.

Bij onbelaste haak wordt de controller doorgeschakeld in stand 8, 9 en 10 „kracht dalen”. Hierbij wordt de motor in de strijkriching omgeschakeld en dan is R met U, S met W1 - W en T met V1 - V verbonden. In stand 10 is maar een gedeelte van de rotorweerstand kortgesloten daar het koppel niet groot hoeft te zijn. De remhefmagneet blijft ingeschakeld daar R met U, S met 14 en T met 13 verbonden zijn. Is het strijken afgelopen dan wordt de controller weer in de „0”-stand teruggeschakeld.

Controller volgens Heemaf.

28. Schakeling voor luchtverversing

De schakeling is bedoeld om met behulp van een ventilator lucht aan te zuigen en deze naar behoefte verwarmd of onverwarmd weer ter beschikking te stellen.

De ventilatormotor kan met behulp van een elektromagnetische schakelaar op afstand worden bediend. De door de ventilator aangezogen en opgestuwde lucht wordt langs elektrische verwarmingselementen geleid, die al dan niet op het beschikbare draaistroomnet kunnen worden aangesloten. Indien de elementen niet zijn aangesloten, wordt onverwarmde lucht getransporteerd. Wenst men verwarmde lucht dan worden de verwarmingselementen ingeschakeld met behulp van een elektromagnetische schakelaar, waarvan de stuurstroom over een hulpcontact van de motorschakelaar is geleid. Men voorkomt hierdoor, dat de verwarmingselementen zouden kunnen worden ingeschakeld bij niet-draaiende ventilatormotor, wat plaatselijk een ontoelaatbaar grote warmteontwikkeling zou veroorzaken. Teneinde dit laatste ook te voorkomen bij het uitschakelen van de installatie, worden de hoofdcontacten op de motorschakelaar vertraagd afvallend gemaakt, waardoor gedurende de tijd dat de spiralen afkoelen de motor nog enige tijd doordraait.

A geeft het werkingsschema van beide schakelaars en B de installatietekening.

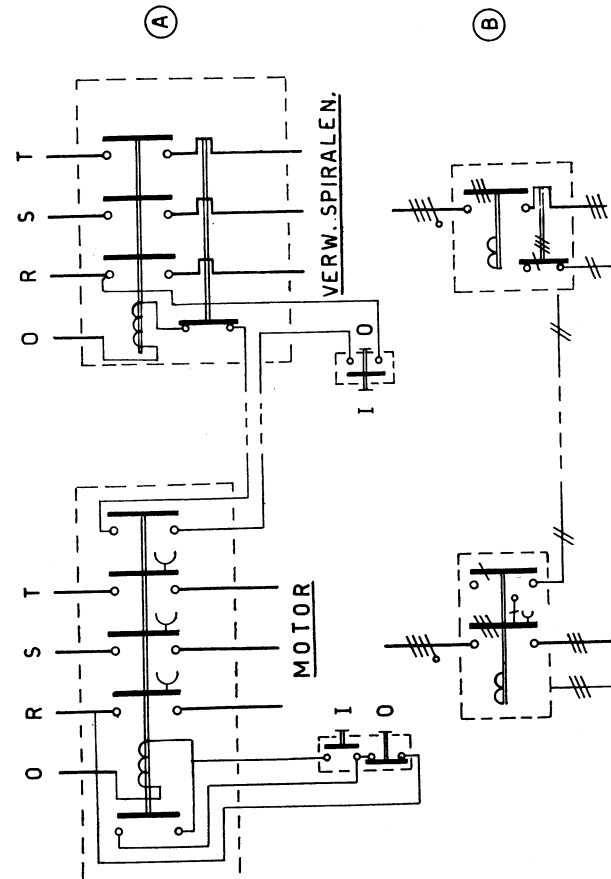


Fig. 28. Schakeling voor luchtverversing

29. Nokkenschijfomkeercontroller voor draaistroommotor met sleepringrotor en aanzetweerstand

Dit schema toont veel overeenkomst met schema nr. 19. De schakelingen worden verkregen door de schakelaars 1 t/m 7, U, V1, V2, W1 en W2, welke door middel van draaiende schijven met nokken worden bediend. In de „0”-stand zijn alle schakelaars geopend. Terwille van een beter overzicht zijn de schakelaars op één rij getekend met de schakeltabel. Meestal worden, terwille van de ruimte, deze schakelaars in twee rijen in de controller gemonteerd. Uit de schakeltabel is te zien welke schakelaars in de bepaalde standen gesloten zijn.

De motor, voor draairichting „links”, wordt ingeschakeld door schakelaars U, V2 en W2 via eindschakelaar „links”. Bij het omschakelen, naar draairichting „rechts”, wordt de motor ingeschakeld door schakelaars U, V1 en W1 via eindschakelaar „rechts”. Bij „links” en bij „rechts” worden de weerstanden 1 t/m 7 stuk voor stuk kortgesloten, zodat in de eindstand 7 alle schakelaars gesloten zijn en de aanzetweerstand geheel kortgesloten is.

Deze nokkenschijfcontroller wordt hoofdzakelijk toegepast in kraanbedrijven, bruggen, enz.

Bij hijsinrichtingen met zware lasten is deze schakeling niet te gebruiken.

Controller volgens Heemaf.

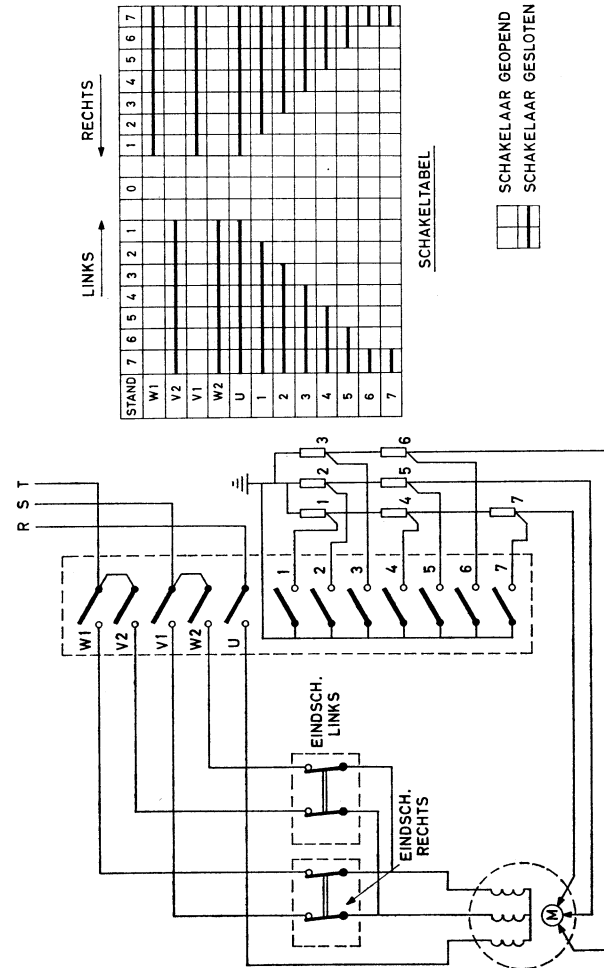


Fig. 29. Nokkenschijfomkeercontroller

30. Strijkrem-hijs-nokkenschijfcontroller voor draaistroom met een 2-motorenschakeling

In tegenstelling met schema nr. 29 zijn hier de schakelaars willekeurig in het schema opgenomen om een beter overzicht van het schema te verkrijgen.

De 2-motorenschakeling wordt toegepast in kraanbedrijven e.d. waarbij zware lasten gehesen en gestreken moeten worden. Deze schakeling werkt anders dan schakeling nr. 27 alhoewel het doel hetzelfde is.

De hoofdmotor en hulpmotor worden zonder tussenschakeling van tandwielen mechanisch direct met elkaar gekoppeld. De statorwikkeling van de hoofdmotor, wordt zowel bij hijsen als bij strijkremmen, steeds in de hijsrichting geschakeld. Hieruit volgt dat de hoofdmotor in de strijkremrichting als rem werkt. In stand 6 en 7 „krachtstrijken” wordt de hoofdmotor in de strijkrichting omgeschakeld.

De hulpmotor wordt bij hijsen en strijken wel omgeschakeld, terwijl de rotor op een vaste slipweerstand is aangesloten. De hulpmotor wordt voor de draairichting „hijsen” ingeschakeld door de schakelaars R, S en T. De hoofdmotor wordt in stand 2 ingeschakeld door de schakelaars V en W. De aanloopweerstand wordt achtereenvolgens trapsgewijze uitgeschakeld tot deze in stand 7 geheel kortgesloten is en beide motoren hun maximaal koppel ontwikkelen.

Bij „strijken” wordt de hulpmotor in stand 1 ingeschakeld door de schakelaars R, S1 en T1 zodat deze in de strijkrichting gaat draaien. De hoofdmotor wordt ingeschakeld door de schakelaars V1 en W1 en wil weer gaan draaien in dezelfde richting als bij „hijsen” waardoor deze als rem gaat werken. Een gedeelte van de aanloopweerstand a en b is in deze stand kortgesloten. Mocht de last toch neiging hebben omhoog te gaan dan schakelt men over op stand 2. Weerstand „b” wordt weer ingeschakeld en het tegenkoppel wordt daardoor kleiner. In stand 3 wordt weerstand „a” weer bijgeschakeld, terwijl in stand 4 en 5 de gehele rotorweerstand weer ingeschakeld is en het tegenkoppel telkens is afgenomen.

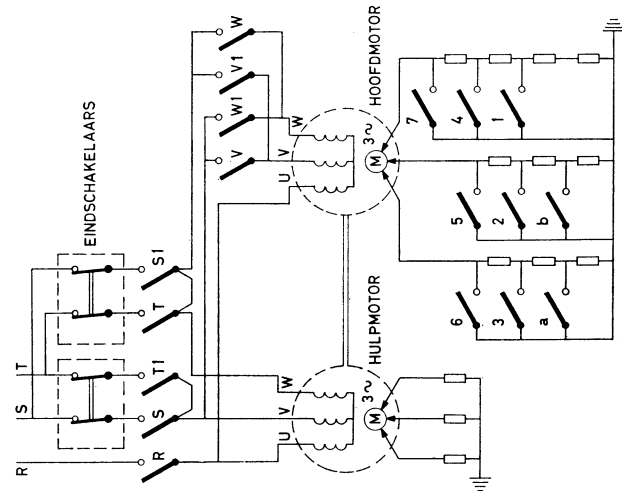
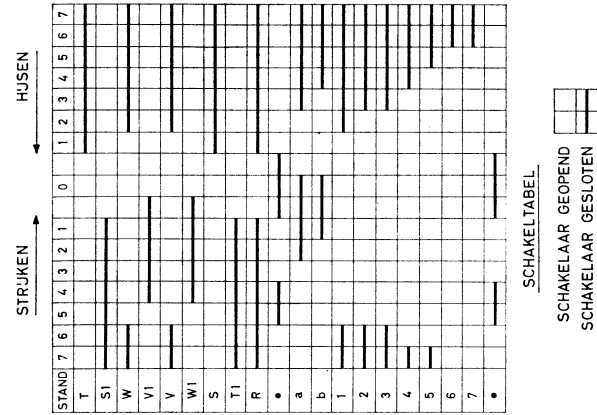


Fig. 30. Strijkrem-hijs-nokkenschijfcontroller

Bij lege haak, dus onbelast, schakelt men over op stand 6 en 7. Hierbij wordt de hoofdmotor omgeschakeld in de strik-richting door de schakelaars V en W en wordt een groot gedeelte van de rotorweerstand kortgesloten door de schakelaars 1, 2, 3, 4 en 5.

Voor een duidelijk overzicht is de remhefmagneet weggelaten. De schakelaars aangeduid met een ● zijn in het schema niet opgenomen maar kunnen worden gebruikt als hulp- of grendelschakelaars.

Controller volgens Heemaf.

31. Het schakelen van draaistroommotoren als één-fasemotor

Wanneer van een draaistroommotor één fase van de voeding onderbroken is, blijft deze onder bepaalde belastingomstandigheden in dezelfde richting doordraaien. Hierdoor is de draaistroommotor een één-fasemotor geworden. Op deze wijze is het mogelijk een draaistroommotor op een net met fase en nulleider aan te sluiten. Daar echter bij deze schakeling de motor niet uit zichzelf aanloopt is het mogelijk door bij-schakeling van een condensator de uitgevallen faseaansluiting te vervangen. Hierdoor ontstaat weer een draaiveld waardoor de motor weer uit zichzelf aanloopt. Deze condensator kan verschillende waarden hebben afhankelijk van het aanloopkoppel. Deze waarden zijn:

1. bij een licht aanloopkoppel, bijv. ventilatoren, slijpmachines enz. $\pm 55 \mu\text{F}$ per kW.
2. bij een zwaar aanloopkoppel, bijv. draaibanken, boormachines, enz., $\pm 110 \mu\text{F}$ per kW.
3. bij een middelmatig aanloopkoppel, bijv. centrifuges, cirkelzagen, enz., $\pm 75 \mu\text{F}$ per kW.
4. bij een zeer zware aanloopkoppel, bijv. excenterpersen, wasmachines, enz., $\pm 135 \mu\text{F}$ per kW.

Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat condensatoren met waarden boven $75 \mu\text{F}$ per kW na de aanloop worden uitgeschakeld door centrifugaalschakelaars of door andere middelen.

Het vermogen van een draaistroommotor die als een één-fasemotor is geschakeld bedraagt $\pm 50\%$ van het normale vermogen bij draaistroom.

In de hierna volgende schakelingen zijn enkele mogelijkheden aangegeven.

32. Draaistroommotor in driehoekschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul

In fig. A is het schakelschema weergegeven van de motor en condensator. De motor is in driehoek geschakeld. De fase-spanning moet dan gelijk zijn aan de spanning voor de wikkeling. De grootte van de condensator is reeds bij de inleiding aangegeven.

Bij grote condensatoren moet in de condensatorleiding een schakelaar opgenomen worden waarmee, na de aanloop, de condensator kan worden afgeschakeld.

Het omkeren van de draairichting kan gebeuren door de aansluiting van de condensator van klem IJ of W over te brengen naar klem Z of U.

Fig. B geeft het prinsipschema weer.

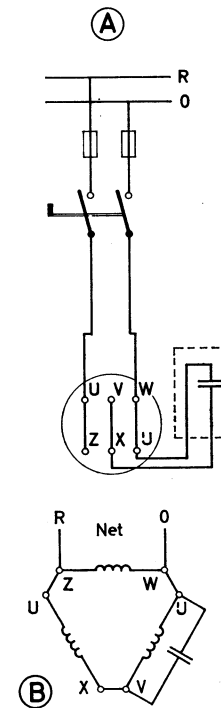


Fig. 32. Aansluiting van de condensator bij driehoekschakeling van de statorwikkeling

33. Draaistroommotor in sterschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul

In fig. A is het schakelschema weergegeven van de motor en condensator. De motor is in ster geschakeld. De fasespanning moet dan gelijk zijn aan $\sqrt{3} \times$ de spanning voor de wikkeling. De grootte van de condensator is reeds bij de inleiding aangegeven.

Bij grote condensatoren moet in de condensatorleiding een schakelaar worden opgenomen waarmede, na de aanloop, de condensator kan worden afgeschakeld.

Het omkeren van de draairichting kan gebeuren door de aansluiting van de condensator van klem W over te brengen naar klem U.

Fig. B geeft het prinsipeschema weer.

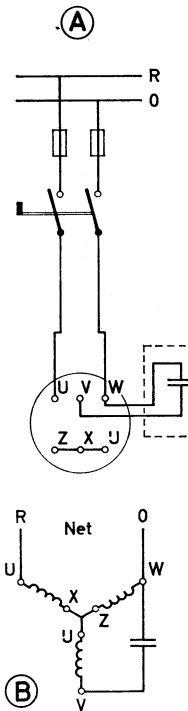


Fig. 33. Aansluiting van de condensator bij sterschakeling van de statorwikkeling

34. Draaistroommotor in halve sterschakeling met condensator voor aansluiting tussen fase en nul

In fig. A is het aansluitschema weergegeven van de motor en condensator. De motor is half in ster geschakeld, terwijl van de overblijvende spoel II met U en V met de condensator verbonden is. Deze schakeling heeft t.o.v. de vorige schakelingen het voordeel van een beter aanloopkoppel.

De grootte van de condensator is reeds bij de inleiding aangegeven. Bij grote condensatoren moet in de condensatorleiding een schakelaar opgenomen worden waarmede na aanloop de condensator kan worden afgeschakeld.

Het omkeren van de draairichting kan gebeuren door de aansluiting van de condensator van klem W over te brengen naar klem U of II.

Fig. B geeft het prinsipeschema weer.

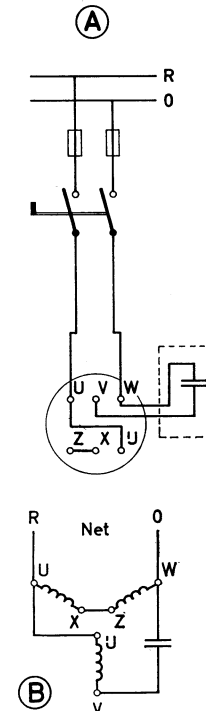


Fig. 34. Aansluiting van de condensator bij halve sterschakeling van de statorwikkeling

35. Veiligheidsaarding door aardelektrode

Veiligheidsaarding dient ter voorkoming van elektrische potentiaalverschillen tussen de aarde en de geleidende delen die door mens of dier kunnen worden aangeraakt of die brand kunnen veroorzaken.

Over het algemeen dient de waarde van de verspreidingsweerstand R_A van de aardelektrode in ohms, vermeerderd met de weerstand van de aardleiding niet groter te zijn dan $25/I_n$. Hierin is I_n de nominale waarde van de smeltpatroon in A waarmee de betrokken leiding is beveiligd.

Dit is in fig. 35 nader aangegeven. Indien deze waarde wegens te hoge kosten moeilijk kan worden bereikt, mag in installaties met een nominale fasespanning van 220 V de weerstand R_A van de gehele keten die de aardstroom doorloopt, het dubbele van de aangegeven grenswaarde bedragen. Hierbij behoeft geen rekening te worden gehouden met de aardingsweerstand R_B in de transformatorruimte.

Een goede aardverbinding kan vaak verkregen worden door in de grond gedreven buizen of staven.

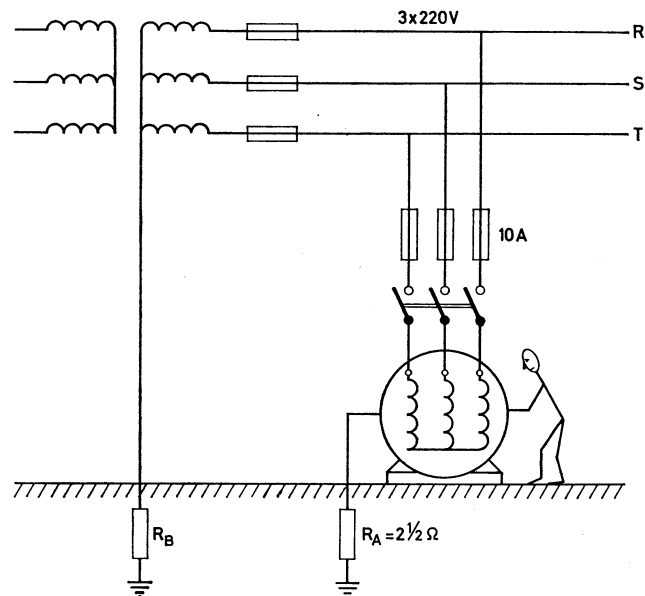


Fig. 35. Veiligheidsaarding door aardelektrode

36. Veiligheidsaarding door het waterleidingnet

Een goede aardverbinding kan vaak verkregen worden door de aardleiding deugdelijk te verbinden met in de grond gedreven staven of buizen dan wel met een waterleidingnet, voorzover dit net een voldoende aarding waarborgt. Dit is in fig. 36 aangegeven.

Ten aanzien van het gebruik van een waterleidingnet voor aardingsdoeleinden wordt verwezen naar NEN 1006 „Algemene voorschriften voor drinkwaterinstallaties”, daar dit niet altijd mogelijk is. Hierbij wordt erop gewezen dat een eventuele watermeter M door een deugdelijke verbinding overbrugd moet worden. Aardelektroden van bliksemafleiders mogen niet voor laagspanningsinstallaties worden gebruikt, tenzij de aardelektrode de bewapening van een betonconstructie of een waterleidingnet is. Bij toepassing van deze bepaling moet rekening worden gehouden met het bepaalde in NEN 1014 „Richtlijnen voor bliksemafleiderinstallaties”.

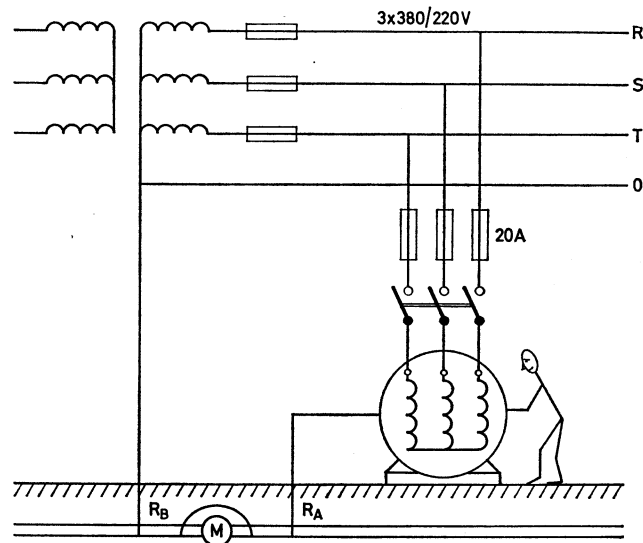


Fig. 36. Veiligheidsaarding door het waterleidingnet

37. Gestelsluitingsschakelaars met hulpaarde

Volgens NEN 1010 art. 131 mogen schakelaars met gestelspanningsspoel alleen worden gebruikt indien de toepassing van veiligheidsaarding bezwaarlijk of onmogelijk is. Hieruit blijkt duidelijk dat veiligheidsaarding de voorrang heeft op schakelaars met gestelspanningsspoel. In fig. 37 is het schema voor een schakelaar met gestelspanningsspoel weergegeven. Hierbij wordt voor de aarding alleen een hulpaarde gebruikt. De weerstand van deze hulpaarde R_A mag variëren van 200 tot 800 Ω . Dit schema wordt alleen gebruikt bij kleine installaties, daar bij een kleine lekstroom de schakelaar reeds in werking treedt. Om de goede werking van de schakelaar te controleren, wordt drukknop D gebruikt. Bij het indrukken van deze drukknop ontstaat een stroom vanaf fase R, via weerstand R, drukknop D en de gestelspanningsspoel naar de aarde. Deze stroom schakelt dan de schakelaar uit.

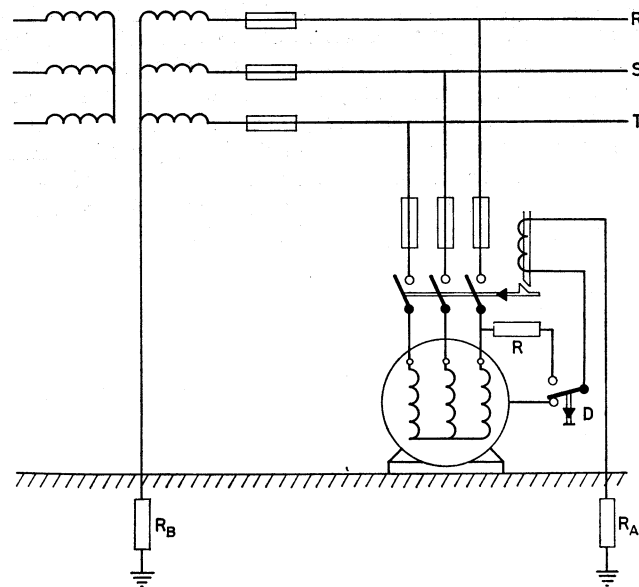


Fig. 37. Gestelsluitingsschakelaar met hulpaarde

38. Gestelsluitingsschakelaar met hulpaarde en hoofdaarde

Voor grotere installaties wordt gebruik gemaakt van een hoofdaarde R_A die is beveiligd door een gestelspanningsschakelaar met hulpaarde R_H . De weerstand van de hoofdaarde mag niet groter zijn dan 50Ω . De bedoeling van deze beveiliging is, dat een spanning groter dan 42 V op de hoofdaarde, de gestelsluitingsschakelaar onmiddellijk doet uitschakelen.

Hierbij zal dus een stroom door de gestelspanningsspoel vloeien, afhankelijk van de spanning op de hoofdaarde R_A . Om een goede werking te waarborgen, moet de afstand tussen de hoofdaarde R_A en de hulpaarde R_H ten minste 10 meter bedragen. Voor controle van de goede werking van de gestelspanningsspoel wordt drukknop D gebruikt. Bij het indrukken van deze drukknop ontstaat een stroom vanaf fase R via weerstand R , drukknop D en de gestelspanningsspoel naar aarde. Deze stroom schakelt dan de schakelaar uit.

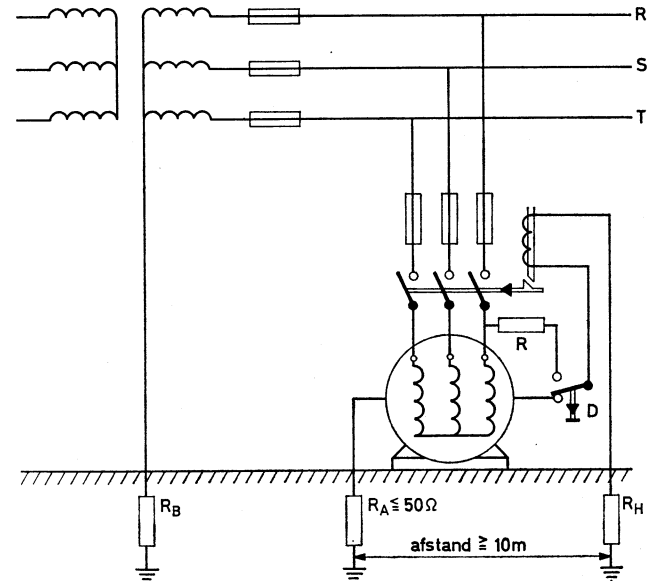


Fig. 38: Gestelsluitingsschakelaar met hulpaarde en hoofdaarde

39. Differentiaalstroombeveiliging voor één-fasemotor

Bij een gestelsluitingsschakelaar wordt de schakelaar uitgeschakeld zodra de spanning op het aardpunt een gevaarlijk stadium voor mens en dier nadert. Wanneer door een isolatiefout een stroom via de aardleider ontstaat, is het mogelijk door het verschil in stroomsterkte in de toevoerleidingen, via een stroomtransformator de schakelaar te laten uitschakelen, wanneer deze voorzien is van een uitschakelspoel. In fig. 39 is hiervan een schema weergegeven voor een één-fasemotor. De verschilstromen I_d zijn 0,05; 0,3; 0,5; 1,0 en 3 A en zijn afhankelijk van het toegepaste fabrikaat. De aardingsweerstand R_A is afhankelijk van de verschilstroom I_d en omgekeerd. Zodra de spanning op de aardingsweerstand R_A 42 V is, moet de schakelaar uitschakelen.

$$\text{De weerstand } R_A = \frac{42}{I_d}.$$

$$\text{Dit is voor } I_d = 0,05 \text{ A, } R_A = \frac{42}{0,05} = 840 \Omega.$$

De beproevingsdrukknop dient om de goede werking van de schakelaar te controleren. Bij het indrukken hiervan vloeit er een stroom door weerstand R en één stroomspoel van de differentiaalstroomtransformator, zodat er een stroom I_d door de uitschakelspoel vloeit. Deze stroom schakelt dan de schakelaar uit.

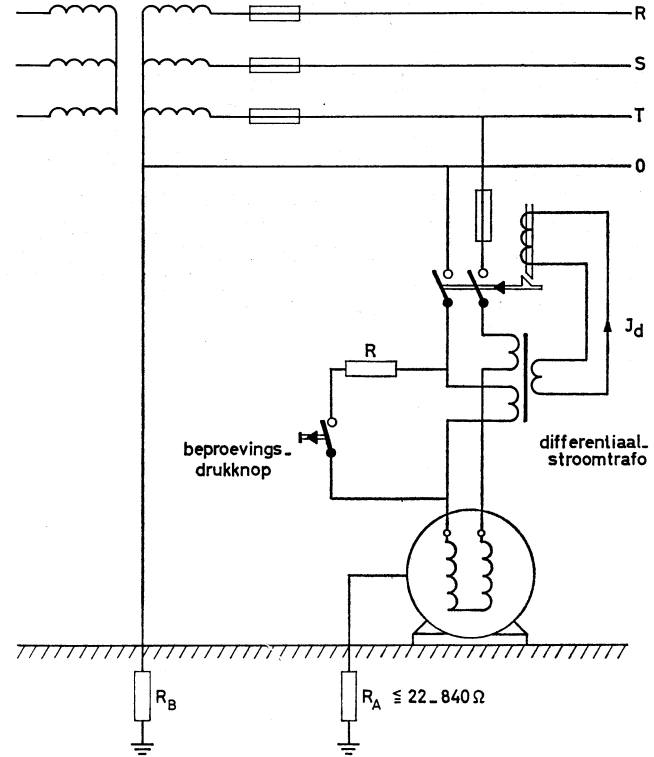


Fig. 39. Differentiaalstroombeveiliging voor één-fasemotor

40. Differentiaalstroombeveiliging voor draaistroommotor

De differentiaalstroombeveiliging is eveneens te gebruiken voor draaistroom en voor draaistroom met nulleider. In het laatste geval moet ook in de nulleider een stroomspoel opgenomen worden. In fig. 40 is het schema getekend voor een draaistroommotor. Voor de werking van deze beveiliging wordt verwezen naar schema nr. 39.

Het voordeel van deze beveiliging ligt in het feit dat de aardingsweerstand R_A hoger mag zijn dan bij de gestelsluitingschakelaar. (Zie schema nr. 35.) De toepassing ligt dan hoofdzakelijk in het gebied waar veiligheidsaarding of gestelsluitingschakelaars te kostbaar zijn of niet kunnen worden gebruikt.

Voor de toepassing van schakelaars met aardlekbeveiliging of differentiaalstroombeveiliging zijn in NEN 1010 geen nadere voorschriften gegeven. De beperking van art. 131 in NEN 1010 geldt dan ook niet voor deze schakelaars.

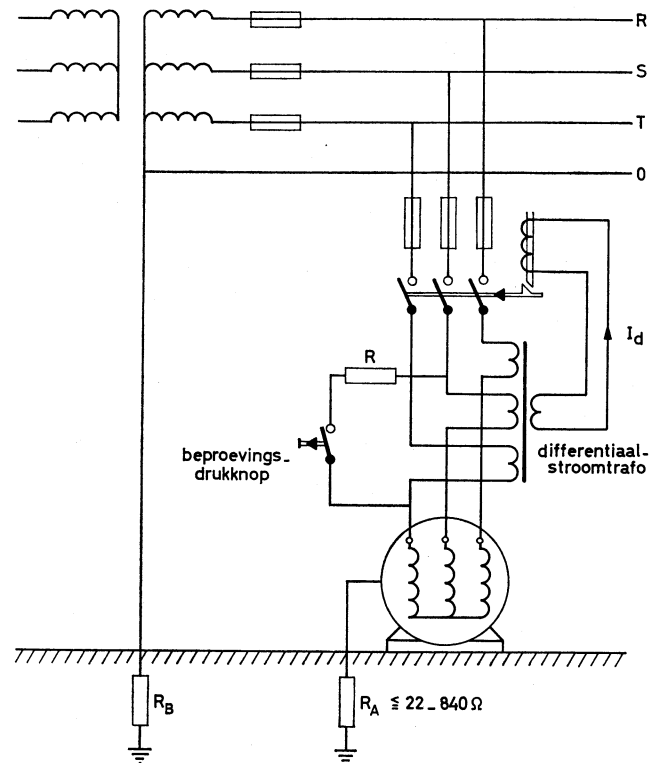


Fig. 40. Differentiaalstroombeveiliging voor draaistroommotor

