

KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

Klasa 21 (4).

Izdan 1 maja 1935.

PATENTNI SPIS BR. 11553

von Platen Baltzar Carl, dipl. ingénieur, Stockholm, Švedska.

Uredjenje u rotacionim električnim mašinama.

Prijava od 5 maja 1933.

Važi od 1 septembra 1934.

Traženo pravo prvenstva od 22 februara 1933 (Švedska).

Ovaj se pronalazak odnosi na električna uredjenja sa rotacionim mašinama konstrukcije sa naizmjeničnim polovima koje su snabdevene otvorenim namotajima kotve kao i izvesnim brojem glavnih polova koji su konstantno magnetizirani i koji se shodno napajaju jednosmislenu strujom. Pri tome izraz mašine sa naizmjeničnim polovima označava uopšte takve mašine kod kojih uzastopni magnetski polovi imaju nejednaki polaritet t. j. naizmjenično su severno i jošno magnetični.

Ovaj se pronalazak odnosi naročito na one probleme koji nastaju koliko pri usmeravanju naizmjeničnih struja i sakupljanju usmerenih struja u jednosmislenu struju, toliko pri razlaganju jednosmislene struje u naizmjeničnu struju.

Ovaj pronalazak ima naročitu važnost za agregate sa izvesnim brojem transformatora, koji su snabdeveni primarnim i sekundarnim faznim namotajevima kao i naročitim naizmjenično polnim generatorom za nadraživanje radi napajanja transformatora potrebnom energijom za nadraživanje tako da se izazivaju međusobno u fazi izmahnuti naponi u tim namotajevima koji tako dejstvuju zajedno sa naročitom napravom za obrtanje, odn. sa naročitim generatorom za obrtanje, odn. generatorom za komutiranje da se svaki namotaj periodično kratko vezuje za vreme trajanja vremenski ograničenih odn. odmerenih intervala pri čemu se za vreme trajanja tih intervala razni usmereni pulzacioni naponi na primarnoj

i/ili sekundarnoj strani sastavljaju pomoću pripadnih komutatora u primarni odn. sekundarni jednosmisleni napon. Jedan agregat napred navedene vrste opisan je pored ostalog u francuskom patentnom spisu br. 727132.

Kod takvih mašina je često vrlo važno da se spreči ili bar smanjuje rasturanje magnetskog induktionog proticanja u polnoj praznini koje bi rasturanje otežalo ili omelo postizanje željenog oblika induciranih elektromotornih sila. Ali osim rasturanja na oblik karakteristike utiče polje izazvano od magnetskomotorne sile kotvinog namotaja, tako zvano povratno dejstvo kotve. Ovaj pronalazak ima zbog toga i taj zadatak da dejstvuje protiv toj time izazvanoj smetnji ili da je spreči.

Ovaj se pronalazak sastoji u glavnom u tome, što je predviđen izvestan broj pomoćnih polova od magnetičnog materijala koji su, u odnosu prema glavnim polovima, postavljeni čvrsto i koji su raspoređeni između glavnih polova.

U nastavku je ovaj pronalazak opisan u vezi sa priloženim crtežima pri čemu su navedena i ostala obeležja ovog pronalaska.

Na crtežima je na sl. 1 predstavljena razvodna šema jednog izvedenog oblika ovog pronalaska. Slike 2 do 6 pokazuju razne šeme. Sl. 7 pokazuje izgled jedne mašine koja je jedan sastavni deo agregata pretstavljenog na sl. 1. Sl. 8 pretstavlja detalj druge mašine iz agregata prema sl. 1, a sl. 9 je drugi izgled mašine prema

slici 8. Sl. 10 pokazuje drugi izveden oblik ovog pronalaska, a slika 11 — 14 predstavljaju izvesne pojedinosti tog izvedenog oblika. Sl. 15 je šema karakteristika komutiranja.

Sl. 1 pokazuje transformator za jednosmislenu struju koji se sastoji od izvesnog broja transformatora 5, 6 snabdevenih primarnim i sekundarnim faznim namotajevima 1-4 kao i od naročitog naizmjenično-polnog nadražajnog generatora 7 za napajanje transformatora 5 i 6 potrebnom energijom za nadraženje. U tu je cilj nadražajni generator 7 snabdeven dvama faznim namotajima 8, 9 u kojima se izazivaju naizmjenični naponi koji su međusobno izmaknuti u fazi i koji napajaju naročite namotaje 10, 11 (tercijalne namotaje) predviđene na transformatorima a time se izazivaju odgovarajući naponi u primarnim odn. sekundarnim namotajima 1-4 transformatora. Umesto da se na transformatorima predvide naročiti nadražajni namotaji u obliku tercijalnih namotaja često je takodje preimučstveno da se namotaji 8 i 9 priključe neposredno uz primarne namotaje 1 odn. 3 transformatora ili takodje u izvesnim slučajevima uz sekundarne namotaje 2 odn. 4 transformatora. Ipak pomoću ovde predstavijenih tercijalnih namotaja izgleda da se najjasnije može objasniti način dejstva ovog uredjenja.

Sekundarni namotaj 4 transformatora 6 je svojim spojkama vezan sa dvama međusobno diametralno suprotnim četkicama 12 i 13 komutatora 14 koji je snabdeven dvama segmentima 15, 16. Osim toga komutator 14 radi zajedno sa spregom četkice 17, 18 koji je naspram spregu četkice 12, 13 izmaknut za 90° . Pod pretpostavkom da je komutator tako rasporedjen prema nadražajnom generatoru 7 odn. da biva tako pokretan da se on za vreme svake cele periode neizmjeničnog napona u namotaju 4, koji je izazvan faznim namotajem 9 pomoću namotaja 11, okrene za pola obrtaja, onda se naizmjenično naponi transformišu u usmerene naponske impulse između četkice 17 i 18. Naime ove se četkice 17 i 18 za vreme okretanja komutatora vezuju naizmjenično sa četkicama 12 i 13. Pri tome se pretpostavlja da usmeravanje naizmjeničnih napona pod teretom nastaje svaki put kad jedna od četkica 12, 13, 17, 18 kratko vezuje oba segmenta, što očigledno biva četiri puta za vreme svakog obrtaja komutatora.

I sekundarni namotaj 2 drugog transformatora je svojim spojkama u strujovodnoj vezi sa četkicama 19 i 20 drugog komutatora 21 koji je slične konstrukcije kao komutator 14. I ovde se postižu usmereni

impulsi napona između četkica 22 i 23 pod pretpostavkom da je komutator 21 na isti način kao komutator 14 sinkronizovan prema namotaju 9 u odnosu na fazni namotaj nadražajnog generatora 7. Kad se pretpostavi da fazni namotaji 8 i 9 imaju pomeranje faze od na pr. 90° električnih stepeni, i da su komutatori u tom smislu podešeni to je jasno da se između četkica 22 i 23 dobije potpun napon dok istovremeno vlada između četkica 17 i 18 nulti napon i obratno. Pri shodnom izboru oblika karakteristike napone izazvanog u transformatorima može se postići usmeren napon između spojki 24 i 25 vesivanjem na red četkica 18, 17, 23 i 22 prema sl. 1. Jedan primer za takvo vezivanje komutatora iznesen je u francuskom patentnom spisu 662800.

I primarni namotaji 1 i 3 transformatora rade zajedno sa dvama komutatorima 26, 27 jer su spojke namotaja 1 u strujovodnoj vezi sa jednim parom četkica 28, 29 komutatora 26 dok je namotaj 3 strujovodno vezan sa parom četkica 30, 31 drugog komutatora 27. Ovi su komutatori snabdeveni i parovima četkica 32, 33 odn. 34, 35 koji su za 90° izmaknuti naspram paru četkica 28, 29 odn. 30, 31. I ovi su komutatori sinhronizirani sa elektromotornim silama izazvanim u pripadnim faznim namotajima pa su radi toga međusobno izmaknuti za 90° električnih stepeni što odgovara 45° mehanički stepeni. Četkice 32, 33 i 34, 35 vezane su međusobno na red te i ovde nastaje usmeravanje izazvanog napona u jednomisleni napon između spojki 36 i 37.

Napred opisano uredjenje radi na taj način da kad se spojke 36, 37 spoje sa jednomislenim naponom onda komutatori 26, 27 razlažu taj napon u dvofaznu naizmjeničnu struju. Napon tih naizmjeničnih struja menjaju potom transformatori 5 i 6 pa ga usmeravaju komutatori 14, 21 u jednomisleni napon između spojki 24, 25 sa drukčijim naponom od onog a kojim su spojene spojke 36, 37. Ovde je pretpostavljeno da se preokret struje vrši onda kada je odgovarajući komutator kratko vezan. Da bi se to omogućilo ili olakšalo mora naizmjenični napon proizveden u transformatorima da ima vremenski ograničene odn. konačne intervale nultog napona pa u ostalom izvesan oblik karakteristike koji je podesan za ovu svrhu. Dakle i nadražajni generator 7 mora tercijalno namotaje 10, 11 da napaja naponom odgovarajuće karakteristike. U tu svrhu pravi magnetni polovi generatora 7 obrazovani tako i nadraživani nadražajnim namotajem 38, predviđenim na tim polovima, koji je napajan

od naročitog izvora struje 39, 40 da se željeni cilj postiže po mogućnosti.

Pošto nadražajna struja u namotajima 10 i 11 ima pomeranje faze za približno 90° u odnosu na priključen napon, to je jasno da u onim namotajima kotve generatora 7, koji se u odredjenom trenutku nalaze upravo na sredini glavnih polova, teče slaba ili nikakva struja, dok namotaji koji pripadaju drugoj fazi i koji se u dotičnom trenutku nalaze između glavnih polova, sprovode nadražajnu struju. Dakle ovi drugi namotaji izazivaju magnetomotoričnu silu koja delom deluje protivu nadraživanja, a delom deformiše onaj deo glavne struje u mašini koji se nalazi na sredini praznine između glavnih polova.

Ove su prilike predstavljene detaljnije na sl. 2, gde E_0 označava napon induciran od glavnih polova nadražajnog generatora koji će radi kratkoće u nastavku da bude nazivan glavni napon. Magnetomotorna sila — koju izaziva radna struja od kotvinog namotaja, t. j. struja za nadraživanje transformatora, koja je u odnosu na glavni napon pomešana u fazi za 90° i čiji osnovni talas u odnosu prema polovima miruje — izaziva dopunski napon E_1 . Sabiranjem obaju napona E_0 i E_1 dobije se rezultantni napon E_2 koji nastaje pri opterećenju u nadražajnom generatoru 7. Obustavljanjem nadraživanja glavnih polova očigledno se sredina krive E_2 podudara sa krivom E_0 . Medjutim u delovima E_{21} i E_{22} nastaje uvijanje krive zbog čega je nemoguće da se postignu željeni intervali nultog napona. Da bi se sprečila ta deformacija krive linije koja predstavlja indukciju vazdušne pukotine, pa prema tome i krive induciranog napona, predviđeni su prema ovom pronalasku, između glavnih polova naročiti pomoćni polovi koji mogu imati dvojaki zadatak. S jedne strane taj pomoćni pol u svojoj ulozi kao štitni pol prima neželjeno rasturanje glavnog strujanja na ivicama glavnih polova ka onom delu kotvine površine, koji leži u praznini između polova, tako da se postiže interval nultog napona željene dužine. S druge strane je pomoću shodnog kompenzacionog namotaja 41 (sl. 1) na pomoćnim polovima moguće je da se uspostavi kompenzacija napred pomenutog uvijanja oblika krive prouzrokovanog od magnetomotorne sile kotvinog namotaja. Pošto struja koja teče kroz kotvine namotaje u generatoru sačinjava nadražajnu struju za transformatore, to je ona očigledno funkcija unduciranog napona koji opet zavisi od magnetnog namotaja 38. Zbog toga je shodno da se ista struja koja prolazi kroz magnetni namotaj 38 glavnih polova,

prema sl. 1, sprovede da prolazi kroz kompenzacioni namotaj 41.

Napred opisanim poduhvatima mogu se očigledno održavati približno prave vrednosti induciranih napona pri neopterećenom (praznom) hodu, pri čemu praktično uzevši usmeravanje napona ostaje bez varnica. Medjutim pri opterećenju znatno se menjaju prilike. Tada se komutiranje otežava u velikoj meri time, što struje ne preokreću slobodno u kratko vezanim namotajima zbog induktanca razne vrste koje se nalaze u tim namotajima. Osim toga nastaju opadanja napona između raznih tačaka u sistemu, zbog čega naponi koje inducira nadražajni generator ne odgovaraju potrebama. U nastavku su potanko opisana ostala uređenja koja su potrebna da bi se uklonile te smetnje.

Komutacioni generator 42 (sl. 1) snabdeven je dvama faznim namotajima 43 i 44, koji su uključeni u primarna kola struje transformatora 5 odn. 6. Komutacioni generator konstrukcije sa naizmeničnim polovinama snabdeven je izvesnim brojem magnetskih polova na kojima su predviđeni nadražajni namotaji 45. Pomenuti generator 42 je u odnosu prema nadražajnom generatoru 7 sinhronizovan i raspoređen tako, da on u onim trenucima za čije vreme komutatori 26, 27 kratko vezuju odgovarajuće namotaje, indukuje u primarna kola struje pomoćne napone kratkog trajanja. Ti pomoćni naponi moraju imati takav pravac, jačinu i trajanje da se struja u kratko vezanim namotajima prisiljava da komutira od svoje potpune vrednosti u jednom smeru do svoje potpune vrednosti u suprotnom smeru pre nego što se završi perioda kratke veze. Očigledno su pomoćni naponi, koji su potrebni za ovu svrhu, proporcionalni onoj struji koja treba da se komutira u datom trenutku.

Te su prilike predstavljene na sl. 3 gde E_0 isto tako kao na sl. 2 označava krivu takozvanog glavnog napona. Struja ispred prvog nacrtanog komutiranja obeležena je oznakom I_1 , a struja posle prvog komutiranja oznakom I_2 . Posle još jednog skretanja struje postiže se vrednost I_3 . Pretpostavljeno je da skretanje struje biva u „pravoj liniji“ t. j. da komutiranje ide po linijama I_4 i I_5 između pune vrednosti struje u jednom smeru do pune vrednosti u protivnom smeru. Da bi se pri datoj induktanci kratko vezanog namotaja izazvao takav tok komutiranja mora napon koji proizvodi komutacioni generator da ima tok po krivoj e , koja obuhvata pravougaoone delove e_1 i e_2 kao i u sredini zone e_3 nultog napona. Po sebi se razume da je visina pravougaoonika e_1 i e_2 neposredno pro-

porcionalna radnoj struji (struji opterećenja) koja treba da se komutira. Zbog toga se magnetni polovi 45 moraju nadraživati strujom koja je proporcionalna struji u faznim namotajima 43 i 44, t. j. primarnoj jednosmisljenoj struji. Zbog toga treba namotaj 45 shodno da se spoji na red sa primarnim kolom jednosmisljene struje na pr. između četkice 33 i 34.

Kada se radi željenog oblika krivo rasporede polovi komutacionog generatora sa konstantnom vazdušnom pukotinom kao i sa dejstvenom širinom koja odgovara trajanju pravougaonika e_1 i e_2 postiže se ipak bez opterećenja a sa naročitim nadraživanjem karakteristika polja odn. napona koja je predstavljena na slici 4. Razmaci prelaze e_4 , e_5 odn. e_6 i e_7 nisu vertikalni nego, zbog rasturanja indukcionog strujanja na ivicama polova ka praznini između polova, imaju oblik koji je označen šematski. Dakle nastaje ista pojava kao što je napred opisana odnosno nadražajnog generatora. Po sebi se razume da takvo rasturanje skraćuje trajanje zona e_8 nultog napona (na sl. 3) pa, kad je ono veliko, može lako prouzrokovati da se napon komutacionog generatora ne obustavi pre nego što počne da raste glavni napon E_0 . U ovom slučaju ne dobiju se nikakvi rezultacioni intervali nultog napona, što ima škodljivo dejstvo kod mašina koje su ovde u pitanju. Zbog toga su prema ovom pronalasku pomoćni polovi obrazovani kao štitni polovi predviđeni i između glavnih polova komutacionog generatora. Konstrukcija ovih pomoćnih polova je u nastavku opisana još detaljnije. Ovim se omogućuje obezbeđenje oštro izraženog prelaza između približno pravougaonih delova i razmaka nultog napona u e — krivoj.

Kao što je rečeno komutacioni generator 42 mora da rotira sinhrono sa ostalim organima u sistemu pri čemu se ipak mora primeniti, da je zadatak glavnih polova taj, da induciraju napone upravo u onim intervalima za čije su vreme glavni naponi transformatora 5 i 6 ravni nuli. Ovo drugim rečima znači da su glavni polovi komutacionog generatora izmaknuti za 90 električnih stepeni u odnosu prema glavnim polovima magnetizacionog generatora 7. Jedna posledica toga je to da magnetno motorna sila, proizvedena od kotvinih namotaja 43 i 44 na osnovu rudne struje (struje opterećenja), ima svoju najveću vrednost kad se pripadni kotvin namotaj nalazi u sredini između dva glavna pola komutacionog generatora 42. Zbog toga osnovni talas magnetno-motorske sile u kotvinom namotaju a koji miruje naspram polovima, ima čisto protivno nadražajno dejstvo. Prema

tome kad neki komutacioni generator koji je snabdeven štitnim polovima rotira pod opterećenjem sa rednim nadraživanjem na njegovim glavnim polovima dobija se šema napona predstavljena na sl. 5. Kao što je predstavljeno na toj šemi magnetno-motorska sila kotvinog namotaja, čija se magnetska osa nalazi na sredini glavnih polova komutacionog generatora, prouzrokuje uvijanje zona nultog napona tako da one idu podudarno sa razmacima e_8 — e_{10} na sl. 5. Ovi razmaci imaju uopšte takodje talasasti oblik medju ostalog zbog promena u dejstvenoj vazdušnoj pukotini između statora i rotora, koje promene su prouzrokovane od žljebova u kotvinom namotaju, zbog uticaja viših oscilacija magnetno-motorske sile koja rezultira u kotvinim namotajima i t. d. Da bi se izbegle te deformacije naponske karakteristike u komutacionog generatora, to su pomoćni polovi, koji su predviđeni između glavnih polova, snabdeveni kompenzacionim namotajem 46 (sl. 1). Po sebi se razume da kroz taj kompenzacioni namotaj mora da prolazi struja koja je proporcionalna radnoj struji u faznim namotajima 43 i 44, pa se zbog toga može uključiti u kolo struje primarne strane, na pr. na red sa namotajem 45. Da bi se prigušile više oscilacije proizvedene od viših oscilacija u magnetno-motornoj sili kotvinog namotaja, mogu se pomoćni polovi osim toga snabdeti napravama za prigušivanje podesne vrste na pr. bakarnim limovima, kavezastim namotajima ili sličnim.

Pošto su ova sekundarna polja pomoću transformatora 5, 6 magnetično uključena u primarna kola struje moglo bi se slutiti da bi bilo dovoljno da se pomoću komutacionog generatora 42 izazove pravilno komutiranje na primarnoj strani pa da se postigne potpuno komutiranje na sekundarnoj strani.

Medjutim to nastaje samo pod pretpostavkom da se primarne i sekundarne struje menjaju potpuno istovremeno i u obrnutom pravcu. Da bi to moglo da nastane bez naročitih pomoćnih sredstava mora magnetični krug transformatora da bude idealan, t. j. da ima neizmerno veliki permeabilitet, tako da nadražajna struja koja je potrebna za proizvodnju glavnog strujanja bude ravna nuli. Ali ovaj slučaj ne postoji u praksi, nego se ovde mora voditi računa o izvesnom pomeranju primarne i sekundarne karakteristike struje iz njihovog idealnog međusobnog položaja zbog uticaja nadražajne struje. Pošto je ovo nezgodno za komutiranje struje to je na sl. 1 predviđen i nadražajni generator 7, čiji je zadatak da proizvodi struju potrebnu za nadraživanje generatora, pa prema tome da rastereti

radne namotaje 1, 2 odn. 3, 4 kao i komutatore, koji su uz ove priključeni, od pomenute struje. Medjutim to ne treba da bude samo u neopterećenom (praznom) hodu, nego i pri opterećenju. Pri neopterećenom hodu dovoljno je da kriva napona nadražajnog generatora, pa prema tome i njegova kriva indukcije, u vazdušnoj pukotini ima oblik trapeza predstavljenog na slikama 3 i 6, koji omogućuje usmeravanje naizmeničnog napona u konstantan jednosmisleni napon. Onda se slična protivna elektro motorična sila indukuje i u namotajima transformatora. Ako kriva E_0 na sl. 6 predstavlja tu elektro motoričnu silu, onda prema zakonu indukcije mora indukciono strujanje pri praznom hodu da se menja tako kako to označuje kriva koja je na istoj slici obeležena oznakom Φ_0 . Nadražajna struja koja je za to potrebna zavisi od magnetičnih svojstava gvozdеног jezgra pa se pri neopterećenom hodu može predstaviti krivom I_{m0} . Pri tome se predstavlja da je za vreme nulte periode napon indukovan od glavnog strujanja Φ_0 ravan nuli, što je i slučaj pri neopterećenom hodu. Medjutim pri opterećenju moraju namotaji 1 i 3 da transformišu napon potreban za komutiranje struje u namotajima 2 i 4 za njihovu indukciju rasturanja, a za to je potrebna odgovarajuća promena u strujanju Φ_0 koje prema tome pri opterećenju ne može da bude više konstantno za vreme periode kratke veze. Kad nadražajnu struju treba neprestano u njenoj celini da izdaje nadražajni generator, to se njegova kriva napona mora promeniti na odgovarajući način. Ako se napon indukovan u transformatoru obeleži oznakom E_0 , onda su pri transformisanju jednosmislene struje niskog napona namotaji 2 i 4 — namotaji visokog napona, pa onda leži u njima kriva 1 komutacione radne struje u fazi sa E_0 (sl. 3). Ukupni komutacioni napon, koji je potreban za komutiranje, predstavljen je na sl. 3 krivom e. Kad je magnetična energija koja je potrebna za komutiranje u primarnom i sekundarnom kolu otprilike podjednaka, onda je od ukupnog komutacionog napona potrebna otprilike polovina za komutiranje struje na primarnoj strani, dok se ostatak mora pomoću transformatora transformisati na sekundarnu stranu. Napon, koji pri tome mora glavno strujanje da indukuje u namotaje transformatora, odgovara otprilike polovini komutacionog napona označenog na sl. 3 pa se odatle može pri opterećenju izračunati veličina promene u strujanju za vreme komutacione periode. Kriva Φ_b , (sl. 6) je kriva strujanja potrebnog pri opterećenju a kriva I_{mb} je karakteristika nadražajne struje. Da bi nadražajni generator

mogao i pri opterećenju izvršivati potpuno nadraživanje transformatora, mogao bi se onda za vreme periode kratke veze inducirati naročiti napon u namotajima 10 i 11, koji bi prouzrokovao željeno menjanje u glavnom strujanju transformatora. Ovaj dopunski nadražajni napon koji je potreban pri opterećenju može se izazvati time, što se pomoćni polovi nadražajnog generatora nadražuju pomoću naročitog namotaja 47 (sl. 1). Očigledno mora namotaj 47 da dobije struju proporcionalnu opterećenju pa se prema tome može shodno vezati na red sa namotajima 45, 46 odn. između četkice 33 i 31.

Iz slike 6 proizlazi čudnovat rezultat, da je glavno strujanje transformatora pri opterećenju izloženo izvesnom pomeranju faze naspram položaju neopterećenog hoda. Kako se ova okolnost može iskoristiti za to, da se komutiranje na sekundarnoj strani podesi i drukčije, biće opisano detaljnije u nastavku.

Medjutim, kao što je napred navedeno, nastaju pri opterećenju i druge promene u sistemu. Ako se na pr. zamisli da su spojke 36, 37 vezane uz konstantni jednosmisleni napon, to očigledno mora sekundarni napon koji polazi od spojki 24, 25 pri opterećenju na osnovu Ohm-ovog opadanja napona nešto da opadne u sistemu. Da bi se elektro-motorne sile transformatora pri opterećenju menjale podudarno s time, to su glavni polovi nadražajnog generatora 7 snabdeveni dopunskim namotajem 48 sa takvim smislom namotavanja odn. smislom struje, da pomenuti namotaj pri opterećenju u odgovarajućoj meri dejstvuje protivno od nadražajnog namotaja. Pošto ovo menjanje nadražaja mora da bude proporcionalno sa opterećenjem to je i namotaj 48 shodno vezan na red sa ostalim namotajima 47, 45, 46.

Medjutim po sebi se razume da bi bilo teško da se ceo sistem unapred podesi tako da on bez drugih mera radi nepogrešivo i pri promenljivom opterećenju. Zbog toga je u većini slučajeva potrebno da se način dejstva raznih pomoćnih namotaja reguliše na sledeći način: kad na primer napon koji nadražajni generator 7 izdaje namotajima 10 i 11 transformatora 5 i 6 ne odgovara tačno potrebama nadraživanja to će nadražajna mašina izdavati odn. uzimati aktivnu struju zavisno od toga da li je njen napon suviše visok odn. suviše nizak. To znači da će mašina jedan deo radne struje izdati odn. uzeti, pa prema tome primarni i sekundarni brojevi opterećenih amperskih zavoja u namotajima 1 i 2 odn. 3 i 4 nisu više podjednaki i međusobno suprotni. Ovo odstupanje od nor-

malnih prilika može se iskoristiti za to, da se pravilno nadraživanje opet uspostavi na sledeći način. Primarni namotaj 1 transformatora vezan je na red sa primarnim namotajem 49 diferencijalnog transformatora 50, čiji je sekundarni namotaj 51 vezan na red sa sekundarnim namotajem 2 transformatora 5. Broj zavoja namotaja 49 odnosi se prema broju zavoja u namotaju 51 u pravo tako kao broj zavoja primarnog namotaja transformatora 5 prema broju zavoja sekundarnog namotaja tog transformatora. U normalnim prilikama brojevima amperских zavoja u namotajima 49 i 51 potpuno se međusobno potiru, međutim pri nepravilnom nadražajnom naponu nadražajnog generatora 7 nastaje u jezgru transformatora 50 diferencijalna komponenta koja u tercijalnom namotaju 52 predviđenom na gvozdenom jezgru transformatora izaziva naizmenični napon. Ovaj se naizmenični napon može pomoću nekog komutatora 53 usmeriti pa se potom usmereni impulsi odvođe u rele 54, koji ima taj zadatak da pojačava pogrešne impulse tako da se proizvodi jednosmislena struja potrebne jačine. Ova sprovodi se ka nekom dopunskom nadražajnom namotaju 55 na glavnim polovima nadražajnog generatora. Pri pravilnom izboru smisla zavoja u namotaju 55 kao i stepena pojačavanja u releju 54, može se ponovo uspostaviti nadraživanje transformatora na njegovu pravu vrednost. Uredjenje sličnih svojstava opisano je u francuskom patentnom spisu 727132, sl. 3. Rele podesne vrste opisan je, na primer, u francuskom patentnom spisu 723082. Međutim mogu se upotrebiti i rele-i druge vrste na pr. elektromehanički rele-i pod pretpostavkom da su oni takvi da na njih različito utiče pozitivna od negativne jednosmislene struje. Na isti način mogu se radi pojačanja dejstva uređenja u više faza uključiti diferencijalni transformatori.

Već je napred u odnosu na sl. 6 istaknuto, da je za pravilno komutiranje potrebno koliko na primarnoj, toliko na sekundarnoj strani izvesno pomeranje faze glavnog strujanja pa prema tome i njegovog nadraživanja pri opterećenju, a time će očigledno nadražajna struja dobiti izvesnu watt-komponentu u odnosu na glavni napon E_0 . Zbog toga se naročito u manjim mašinama može izostaviti namotaj 47 na nadražajnom generatoru a mesto toga da se broj zavoja transformatora 15 nešto promeni, tako da primarna struja u namotaju 1 može da dobije tu dopunsku watt-komponentu. Opiti su potvrdili da se time može postići zadovoljavajuće komutiranje koliko na primarnoj, toliko na sekundarnoj strani.

Potrebi komutacioni naponi koje proizvodi komutacioni generator 42 mogu se regulisati i pomoću naročitog nadražajnog namotaja 56 predviđenog na glavnim polovima komutacionog generatora, a na koji namotaj utiče rele 57 koji ima slična svojstva kao rele 54. Rele 57 može se stavljati u dejstvo pomoću impulsa koji se uzimaju između četkice 34 primarnog komutatora 27 i pomoćne četkice 58 koja je predviđena blizu četkice 34. Očigledno je da pri potpunom komutiranju ne nastaje nikakav napon i između glavne četkice 34 i pomoćne četkice 58, ali čim komutiranje nije potpuno, što se uostalom može primetiti sklonošću za obrazovanje iskri na ivici četkice nastaje intermitentno usmereni impuls između četkice 34, 58 koji se iskorišćuje u releju 57 koji pretvara taj impuls u pojačanu jednosmislenу struju. Pri podesnom raspoređenju namotaja 56 i rele a 57 ova jednosmislena struja povraća komutacione napone na takvu vrednost da praktično uzevši komutiranje biva potpuno t. j. bez iskri.

Naprad je navedeno da se komutiranje sekundarnih kola ne vrši potpuno prisiljeno sa komutiranjem primarnih kola i da je zbog toga potrebno da se na pomoćnim polovima nadražajnog generatora 7 predvide naročiti nadražajni namotaji 47 koji ispravljaju nadraživanje transformatora 5 i 6 za vreme onih trenutaka za čije trajanje je glavni napon ravan nuli. Međutim i ovi pomoćni naponi ne mogu se uvek tačno održavati pri promenljivom opterećenju sa koga su razloga pomoćni polovi nadražajnog generatora 7 snabdeveni dopunskim nadražajnim namotajem 59 na koji utiče rele 60 slične konstrukcije kao rele 54 ili neke druge podesne konstrukcije. Na ovaj rele mogu u ovom slučaju uticati komutatori sekundarne strane, na primer pomoću impulsa uzetih između četkice 18 i pomoćne četkice 61. Međutim često može da bude necelishodno da se četkice 18 i 61 vežu neposredno sa rele-om 60, naročito onda, kad je sekundarni napon vrlo visok. U ovom slučaju može se uključiti neki pomoćni transformator 62 čiji je namotaj 63 visokog napona u vezi sa četkicama 18, 61 a čiji se namotaj 64 niskog napona upotrebljava za napajanje rele-a 60. Međutim mora se primeniti da impulsi uzeti između četkice 18, 61 imaju oblik intermitentnih usmerenih napnских impulsa. Kad ovi prolaze kroz transformator 62, onda se oni očigledno pretvaraju u niz impulsa naizmeničnog napona. Pošto je očigledno pravac tih impulsa od rešavajuće važnosti za uticanje na namotaj 59 u jednom ili drugom pravcu, to je uopšte shodno da se između

namotaja 64 i ulazne strane rele-a 60 uključiti neki prekidač 65 perioda koji je uređen tako da on propušta samo prvi polutalas svakog impulsa naizmjeničnog napona. Pri shodnom podešenju može time očigledno namotaj 59 da izjednači grešku u sekundarnim komutatorima.

Napred je bilo pretpostavljeno da su koliko namotaji na koje neposredno utiče opterećenje na pr. namotaji 45, 47 i 48, toliko i regulacioni namotaji 56 odn. 59 i 55 na koje utiče rele predviđene na istim polovima. Naročito kad se radi o malim mašinama moguća je upotreba manjeg broja nadražajnih namotaja, tako na pr. da se izostave namotaji na koje utiče rele.

Isto tako mogu komutacioni rele-i 57 i 60 da izmene njihova mesta tako da na primer rele 60 komutatora visokog napona utiče na namotaj 56, a rele 57 komutatora niskog napona utiče na namotaj 59. Uopšte mogu se kontrolni organi koji utiču na namotaje 55, 56 i 59 međusobno izmeniti prema prilikama od slučaja do slučaja.

Na sl. 7 je detaljnije predstavljeno kako može da bude obrazovan konstruktivno komutacioni generator 42. Namotaji 43, 44 smešteni su u statoru i izvedeni su kao obični dvofazni namotaji sa 90° pomeranje faze između namotaja. Magnetski polovi 66, kojih ima na slici osam na broju, srazmerno su uzani i imaju upravo samo toliku širinu, kolika je potrebna za induciranje komutacionog pomoćnog napona u namotaju koji je od slučaja do slučaja kratko vezan, na pr. u namotaju 43. Očigledno dobija namotaj 44 istovremeno potpunu struju opterećenja. Radi kompenzacije magnetno-motorske snage statorovog namotaja naročito njene komponente koja u odnosu prema polovima miruje, predviđen je na pomoćnom polu 69, koji je obrazovan kao štitni pol, kompenzacioni namotaj 46 čiji je broj sprovodnika izabran tako, da magnetno-motorska sila koju izaziva pomoćni pol po mogućstvu potire magnetno-motorsku silu statorovog namotaja na sredini ispred pomoćnih polova.

Žljebovi 68 raspoređeni su skoro tako da se magnetno-motorna sila otprilike raspoređuje ravnomerno po površini polne pločice. Štitni polovi 67 su ovde u vezi sa zajedničkim gvozdenim jezgrom 70 pomoću dva zalistka, koji su pričvršćeni na pr. pomoću zavrtnja 71. Prema tome štitni pol služi u ovom slučaju i kao organ za pričvršćivanje namotaja 45, 56 polova 66. Shodno se mogu predvideti klinovi 72 od nemagnetičnog materijala između glavnih i pomoćnih polova. Podesnim obarivanjem tih klinova može se uveličati mehanička

čvrstoća rotora protiv naprezanja od strane centrifugalne sile.

Glavni pol 66 može se izvestiti bilo kao na crtežu sa vazdušnom pukotinom koja je sve veća ka ivicama pola, pri čemu oblik krive inducirano komutacionog napona na odgovarajući način odstupa od pravougaonog oblika pretstavljenog na sl. 3, bilo sa konstantnom vazdušnom pukotinom odgovarajući pravougaonoj krivoj napona.

Da bi se u dobroj meri smanjilo deformaciono dejstvo, koje ispoljavaju više oscilacije magnetno-motorne sile od statorovih namotaja na krivu napona, to se moraju predvideti zagušivački namotaji 80 jedne ili druge vrste na ovoj površini pomoćnih polova koja je okrenuta vazdušnoj pukotini.

I deo glavnih polova 66 koji je okrenut vazdušnoj pukotini može eventualno sa istoga razloga da bude snabdeven naročitim napravama za prigušivanje. U tu celj mogu se metalni klinovi 72 međusobno spojiti na obema stranama polova 66, tako da se obrazuje kratko vezano zagušivačko kolo struje. Ipak prigušivanje ne sme da bude suviše jako, pošto u tom slučaju komutaciono strujanje ne bi moglo sa dovoljnom brzinom da sledi eventualne promene opterećenja.

Na sl. 8 i 9 predstavljeno je šematski razvijeno raspoređenje polova nadražajnog generatora 7. Glavni polovi 73 su snabdeveni napred pomenutim namotajima 48, 38 i 55. Pomoćni polovi su opremljeni dvama nadražajnim namotajima 47 i 59, koji obuhvataju jezgro 74 celog štitnog pola. U aksialnim žljebovima 75 u polnoj ploči 76 pomoćnog pola smešten je kompenzacioni namotaj 41. Kao što se vidi na sl. 9 magnetična osa kompenzacionog namotaja 41 podudara se sa sredinom glavnog pola 73 i to, kao što je napred navedeno, zbog toga što je nadražajna struja u transformatorima u odnosu prema naponu za 90° pomerena u fazi i što povratno dejstvo kotve odgovarajući tome dejstvuje čisto nadraživajući protivno. Ona površina polne pločice 76 koja je okrenuta vazdušnoj pukotini snabdevena je bakarnim limom 79 ili nekom drugom podesnom napravom za prigušivanje viših oscilacija magnetno-motorne sile kotvinog namotaja.

Dosad je opisivana upotreba pomoćnih polova u takvim sinhronim mašinama, na pr. u nadražajnim i komutacionim generatorima, koje rade s opterećenjem, koje je u glavnom induktivno ili reaktivno. Ali ovaj pronalazak ima tekodje veliku važnost za sinhronu generatore odn. motore, čije je opterećenje u glavnom aktivno i u kojima struja postiže svoju najveću vrednost

u kotvinim sprovodnicima kad se glavni pol nalazi na sredini ispred dotičnog kotvinog sprovodnika. U nastavku je opisana kao izveden primer dvo- ili višefazna sinhrona mašina, čiji fazni namotaji rade zajedno sa izvesnim brojem komutatora za usmeravanje induciranih naizmeničnih struja. U ovakvim se slučajevima često želi da inducirani naizmenični naponi imaju vremenski ograničene intervale nultog napona za vreme kojih su fazni namotaji kratko vezani za po jedan pripadni komutator pa da se naizmenična struja koja prolazi kroz namotaje komutira i naizmenični naponi usmeravaju, pri čemu se ovi naponi vezivanjem komutatora na red mogu sabrati u jednosmisleni napon koji je u glavnom konstantan pod pretpostavkom da imaju podesan oblik krive.

Već je ranije predlagano da se u induciranom naponu upotrebi oblik trapeza, pri čemu su intervali nultog napona bili isti kao intervali za čije je vreme napon ostao konstantan. Sastavljanjem dvaju takvih naizmeničnih napona koji su međusobno za 90° pomereni u fazi može se očigledno postići konstantan jednosmisleni napon. Prema ovom pronalasku mogu kod sinhronih mašina pomenute vrste pomoćni polovi koji su raspoređeni između pravih magnetnih polova da služe kao štitni i/ili komutacioni polovi, pri čemu ovi drugi imaju taj naročiti zadatak u faznom namotaju ili u faznim namotajevima koji su u dotičnom slučaju kratko vezani da indukuju pomoćne napone koji su potrebni za komutiranje.

U izvedenom obliku pretstavljenom na sl. 10 je jedan sinhroni generator odn. motor snabdeven sa šest faznih namotaja $P_1 - P_6$. Svaki od ovih namotaja je priključen uz dve četkice b_1, c_1 odn. b_2, c_2 i t. d., koje priležu uz po jedan pripadni komutator $K_1 - K_6$. Svaki od ovih komutatora ima dva segmenta 107, 108 odn. 109, 110 i t. d., koji pri okretanju komutatora vezuju na pr. četkice b_1, c_1 naizmenično sa četkicama d_1, e_1 . Pretpostavljajući da komutator K_1 za vreme jedne cele periode naizmeničnog napona pravi polovinu obrtaja, tačnije rečeno, tako da četkice b_1, c_1 odn. d_1, e_1 za vreme intervala nultog napona u naizmeničnim naponima induciranim u namotaju P_1 kratko vezuju oba segmenta, onda se očigledno naizmenični napon koji ulazi kroz četkice b_1, c_1 preobrazuje u jednosmisleni napon između četkice d_1, e_1 . Očigledno na isti način radi fazni namotaj P_2 zajedno sa komutatorom K_2 i t. d. Medjutim, kao što se vidi na crtežu, razni komutatori su međusobno nešto izmaknuti odgovarajući raznim faznim uslovima raznih kotvinih namotaja. Pošto je proizveden napon

očigledno šestofazan, to se mogu fazni namotaji $P_1 - P_6$ rasporediti tako, da su po dva napona inducirana u faznim namotajima na pr. P_1 i P_4 , P_2 i P_5 , i P_3 i P_6 međusobno za 90° pomereni u fazi. Pri tome moraju pripadni komutatori po dva na pr. K_1 i K_4 , K_2 i K_5 , i K_3 i K_6 da budu međusobno izmaknuti za 45 mehaničkih stepeni. Zatim je u pretstavljenom izvedenom obliku pretpostavljeno da pomeranje faze između uzastopnih faza iznosi 30° , što odgovara izmaknuću uzastopnih komutatora za 15 mehaničkih stepeni.

Kao što je prirodno namotaji su u ovoj šematskoj slici (sl. 10) samo šematski označeni, a u stvari su shodno izvedeni tako da su oni ravnomerno raspoređeni po obimu statora. Oni su ipak pretstavljeni u šemi na nacrtan način radi toga da bi se predstavilo međusobno pomeranje faze između raznih namotaja, pri čemu je pretpostavljeno da se radi o dvopolnoj mašini. Namotaji će biti opširnije opisani docnije.

Na crtežu obeležava oznaka 119 rotor koji je snabdeven običnim magnetnim polovima raspoređenim između magnetnih polova. Na šemi su naslikani namotaji koji pripadaju jednom magnetnom polu i jednom pomoćnom polu. Prematome je na magnetnim polovima pored ostalog namešten obični nadražajni namotaj Q_a , koji biva na podesan način napajan od odgovarajućeg izvora struje 1 i 2. Polne pločice su obrazovane tako i namotaji Q_a nadraživani tako da mašina pri neopterećenom hodu izdaje napon željene veličine i sa željenom krivom.

Pri neopterećenom hodu utiče na krivu napona rasturanje indukcionog strujanja u praznini između polova. Prema tome kad bi postojali samo glavni polovi ne bi bilo moguće da se proizvede zona nultog napona sa željenom širinom. Za to je potrebno prekrivanje magnetskih linija sila koje se može postići pomoću napred pomenutih pomoćnih polova, koji pri neopterećenom hodu služe kao štitni polovi. Pri opterećenju dolazi uz to još dejstvo reakcije kotve, t. j. magnetno motorna sila prouzrokovana kotvinim namotajem, koja se mora kompenzirati delom pomoću napred pomenutih pomoćnih namotaja i delom pomoću kratko vezanih prigušivačkih namotaja različitog izvodjenja. Istovremeno mogu onda saglasno sa napred navedenim izvedenim oblikom štitni polovi da služe kao komutacioni polovi.

Komutatori $K_1 - K_6$ su na svojoj strani jednosmislene struje vezani na red, čime se naponski impulsi, koji su razni komutatori usmerili, mogu adirati u jedan u glavnom jednosmisleni napon koji se može

uzimati između spojki 5, 6. U ovo kolo jednosmislene struje između četkice d_1 i spojke 5 uključen je i onaj deo pomoćnih namotaja koji treba da dobije nadraženje proporcionalno opterećenju. Ovi se namotaji sastoje iz žljebnog namotaja Q_1 predviđenog na glavnim polovima i iz žljebnog namotaja S_1 predviđenog na pomoćnim polovima a koji je vezan napred sa namotajem Q_1 . Osim toga se u žlebove pomoćnih polova može položiti tako zvani regulacioni namotaj S_2 čije se napajanje može ručno ili automatski podešavati, a biva od nekog podesnog izvora struje 3, 4. Od tih namotaja ima namotaj Q_2 magnetsku osu koja se podudara sa glavnim polom, dok se magnetska osa namotaja Q_1 , S_1 i S_2 podudara sa sredinom pomoćnog pola.

Pri neopterećenom hodu radi ova mašina tako da se svi komutatorni naponi sabiraju u jednosmisleni napon koji pri pravilnom oblikovanju polova praktično uzevši ostaje konstantan. Ali čim počne opterećenje mašine, počne struja da prolazi kroz kotvine sprovednike u statoru 120. Ovi namotaji izazivaju izvesnu magnetno-motornu silu koja više ili manje deformiše indukciono strujanje, pa prema tome oblik krive indukcionog napona. Zbog toga je namotaj Q_1 odmeren tako da kad kroz njega prolazi jednosmislena struja, nastaje magnetno-motorna sila, koja je upravljena suprotno reakciji kotve, čime se dejstvuje protiv odn. poništava deformacija indukcione krive na sredini ispred glavnog pola. Čim se mašina optereti pa prema tome teče naizmenična struja kroz razne fazne namotaje nastaju, osim toga pri obrtanju pravca struje, poteškoće u komutiranju pošto se struja zbog induktance u upravo kratko vezanom namotaju ne komutira slobodno. Namotaj S_1 predviđen u pomoćnom polu ima zato taj zadatak da u kratko vezanom namotaju indukuju podesan pomoćni napon odn. komutacioni napon sa takvim pravcem, jačinom i trajanjem da se struja komutira i na kraju periode komutiranja dobija svoju pravu vrednost u novom pravcu. Zadatak regulacionog namotaja S_2 biće opisan opširnije u nastavku.

Napred je pretpostavljeno da mašina radi kao generator i ako, kao što je prirodno, ne postoji nikakva smetnja da mašina radi kao motor. U ovom slučaju imaju struje kotvinog namotaja obrnuti pravac, čime je magnetno-motorna sila doduše obrnuta ali i u njenom novom pravcu utiče na nju kompenzacioni namotaj kroz koji prolazi struja obrnutog pravca. Slične prilike vladaju i u pogledu komutacionog namotaja S_1 .

Principijelno rasporedjenje namotaja predstavljeno je šematski u razvijenom obliku na slikama 11 i 12. Kao što se vidi na sl. 11 izvedeni su namotaji Q_2 kao obični nadražajni namotaji, koji su položeni oko pravih polnih jezgra I_1 . Medjutim kompenzacioni namotaji Q_1 izvedeni su kao žljebni namotaji i sastoje se u izabranom izvedenom obliku od deset grupa 81—90 sprovednika koji su rasporedjeni ravnomerno prema polnoj pločici. Od ovih grupa sprovednika leže šest, naime 83—88 u samoj polnoj pločici, dok sprovedničke grupe 81, 82 odn. 89, 90 leže izvan te pločice a u međuprostoru između glavnih polova I_1 i pomoćnih polova H_1 . Magnetska osa namotaja podudara se sa sredinom pomoćnog pola H_1 . Dakle prema tome ima kompenzacioni namotaj ukupno deset sprovednika odn. sprovedničkih grupa. Time je omogućena neutralizacija one magnetno-motorne sile koju izazivaju deset sprovednika kotve, na pr. u pet žljebova 138—142. U žljebu 137 leže istovremeno dva sprovednika u kojima nastaje ravno komutiranje.

Oba namotaja S_1 i S_2 pomoćnih polova sastoje se u pretpostavljenom izvedenom primeru od dva žljeba namotaja i smešteni su sasvim blizu uz iverice polne pločice pomoćnog pola H_1 . Namotaj S_1 obuhvata obe sprovedničke grupe 176 i 178, dok namotaj S_2 obuhvata sprovedničke grupe 179 i 180. Magnetska osa ovih namotaja podudara se takodje sa sredinom pomoćnih polova H_1 . Žljebni namotaj statora izveden je tako, da ima po dva sprovednika u svakom žljebu. Svaki polni razdeo obuhvata šest žljebljenih razdela 136 — 142, dakle 12 sprovednika. Time je omogućeno da se izradi omotački namotaj i u vezi s time simetrično rasporedjenje raznih faznih namotaja. Osim toga je na sl. 11 predviđen dopunski regulacioni namotaj S_3 na jezgru pomoćnog pola H_1 .

Dok je na sl. 10 pretpostavljeno da je širina komutatorskih četkica u odnosu na razdeljenje segmenata izabrana tako da se uvek kratko vezuju dva komutatora — to znači i dva fazna namotaja, ipak je na sl. 11 radi jednostavnosii pretpostavljeno da je u svakom trenutku kratko vezan samo jedan od faznih namotaja. Uopšte bi se moglo poželeti da se postigne neko tako zvano pravocrtno komutiranje t. j. ona kriva koja označava odnos između jačine struje i vremena u kratko vezanom namotaju sastoji se iz skoro prave linije, koja spaja amplitudu struje pre komutiranja sa obrnuto upravljenom amplitudom struje posle komutiranja. Ovaj se cilj može stvarno postići pravougaonikom krive komutacionog strujanja predstavljenim na sl. 11. Naime kad se u

svakom trenutku nalazi uvek po jedan od namotaja pod komutiranjem, onda je u jedinici vremena i menjanje volumena struje koja se komutira na sredini ispred komutacionog pola uvek konstantno pri pravocrtnom komutiranju, pa zbog toga ostaje konstantan i potrebn komutacioni napon ako se ne uzme u obzir uticaj Ohm ovog otpora u komutacionom kolu. Kao što se vidi na sl. 11 nalaze se krajnje tačke komutacionog strujanja na sredini ispod oba sprovodnika 176, 178. Zbog toga mora kompenzacioni namotaj da bude odmeren tako da je indukcija u vazdušnoj pukotini, ispod delova komutacionog pola koji leže izvan namotaja 176, 178, ravna nuli, dakle tako da pomoćni pol ima ovde samo dejstvo štitnog pola. Ako se to ne može postići sa zadovoljavajućom tačnošću, onda se željeni rezultat može dobiti pomoću dopunskog regulacionog namotaja S_3 .

Magnetskog polje glavnog pola ima uopšte oblik trapeza B. Prelazne krive C i D izmedju intervala sa konstantnom amplitudom i nulnih intervala mogu shodno da imaju oblik predstavljeni na sl. 11.

Napred je uzeto da su u svakom trenutku istovremeno kratko vezana dva namotaja ili jedan namotaj. Medjutim kad se broj namotaja koji istovremeno komutiraju za vreme rotacije mašine menja izmedju dva i tri pa prema tome ima prosečnu vrednost izraženu razlikom, onda postaju prilike nešto komplikovanije. To je predstavljeno detaljnije na slikama 13 do 15 pomoću izvedenog primera jedne osmofazne mašine u kojoj je kotvin namotaj smešten u osam žljebova na svaki pol na pr. 201-208. U ovom je slučaju uzeto da kompenzacioni namotaj na glavnom polu obuhvata dvanaes sprovodnika 209-220 od kojih su dva para sprovodnika 209, 210 odn. 219, 220 smešteni u nemagnetični umetak 221, 222 izvan same polne pločice. Pomenuti umetak može istovremeno da služi kao organ za pričvršćivanje. Prema tome su sprovodnici na polnoj pločici dovoljni da se u šest žljebova 203-208 kompenzira reakcija kotve u sprovodnicima.

Da bi se u takvom slučaju dobile po mogućstvu povoljne prilike kompenziranja shodno je da se nastoji da volumen struje koji se komutira u svakoj jedinici vremena ostaje uvek konstantan. U tu se celj može komutiranje pustiti da biva polaganije kad istovremeno komutiraju tri sprovodnika odn. grupe sprovodnika, a brže kad istovremeno komutiraju dva sprovodnika odn. grupe sprovodnika.

Na sl. 15 predstavljen je tok komutiranja u pet uzastopnim namotajima $g_1 - g_5$. Za vreme intervala t_0, t_1 nastaje istovremeno

komutiranje u namotajima g_1, g_2, g_3 pri čemu komutacioni pol izaziva komutaciju čija je brzina izražena nagibnim uglom α_1 . Za vreme narednog intervala $t_1 - t_2$ nastaje komutacija samo u dvama namotajima $g_2 - g_3$ pa sad se ono odigrava otprilike za 50% brže saglasno sa nagibnim uglom α_2 . U sledećem trenutku $t_2 - t_3$ nalaze se istovremeno tri namotaja pod komutacijom, koja zbog toga opet biva sporije i t. d. Prema tome kriva komutacije ima oblik neke slabo previjene linije, ali koja se ipak otprilike može smatrati kao neka prava.

Oblik komutacionog polja koji je potreban za postizanje odigravanja komutacije prema sl. 15 predstavljen je na sl. 13 krivom F. Ova kriva polja ima dva srazmerno niska dela f_1, f_5 , dva dela sa srazmerno velikom amplitudom a i jedan deo f_3 srednje visine. Da bi se izazvalo takvo polje mogu se radi primera predvideti dva sprovodnika 231, 238 kroz koje prolazi struja u suprotnim pravcima i koji zajedno proizvode magnetno-motornu silu, čija veličina odgovara delovima f_1, f_5 . Osim toga je namešten jedan namotaj koji se sastoji od sprovodnika 232, 237, a koji povisuje magnetno-motornu silu na vrednost koja odgovara delu f_3 . Zatim su predvidjena dva namotaja 233, 234 kao i 235, 236 čiji se relativni pravci struje vide na slici, pri čemu krst obeležava struju u pravcu od posmatrača, dok tačka označava struju upravljenu ka posmatraču. Time se izazivaju još dva ograničena polja koja proizvode visoke delove f_2, f_4 magnetno motorne sile. Ovakvim oblikom krive magnetno-motorne sile omogućeno je postizanje komutacije predstavljene na sl. 15.

Pošto pod takvim prilikama komutacije celina postaje znatno komplikovanija najbolje je da se pokuša da se mašina konstruiše tako da uvek podjednaki broj namotaja istovremeno komutira, na pr. kao što je to predstavljeno pri opisivanju slika 11 i 12.

Postavljanje ovih pomoćnih polova, koji su prema ovom pronalasku, obrazovani kao magnetski štitni elementi radi sprečavanja neželjenog rasturanja strujanja linija sila eventualno uvezi sa prigušivačkim kolima radi pojačanja njihovog dejstva i/ili u vezi sa kompenzacionim namotajima radi otklanjanja reakcija kotve, može se primeniti u svim takvim mašinama ili agregatima koji su snabdeveni komutatorima ili drugim usmeravačima na pr. živinim usmeravačima, a koji su odredjeni za to, da rade sa naponima kao glavnim i pomoćnim naponima, odredjenog oblika krive, radi primera, sa vremenski odredjenim definiranim intervalima nultog napona. Pod pomoćnim naponima

nima podrazumevaju se ovde takvi naponi koji se izazivaju u toj nameri da se spreči nezadovoljavajući način rada komutatora odn. usmerača, na pr. obrazovanje iskri odn. da se spreči neželjena deformacija usmerenog napona ili slično. Kao primer za takve napone mogu se navesti naponi za komutiranje, nadraženje, nadoknadjenje odn. kompenziranje gubitaka i opadanja napona razne vrste i t. d.

Napred je pretpostavljeno da su magnetni polovi predviđeni na rotoru, dok je kotva sa svojim faznim namotajima smeštena na statoru. Medjutim mogu se, saglasno poznatim zakonima elektromašinske tehnike, fazni namotaji namestiti na rotoru a magnetni polovi na statoru, a da se time ne odstupa od zamisli ovog pronalaska.

Patentni zahtevi:

1. Agregat za jednosmislenu struju sa najmanje jednom sinhronom mašinom za naizmeničnu struju, tipa sa naizmeničnim polovima i sa izvesnim brojem stalnih transformatora sa primarnim i sekundarnim faznim namotajima u kojima se proizvode elektromotorne sile koje su međusobno pomerene u fazi, a i sa izvesnim brojem komutatora od kojih je svaki spojen sa jednim od ovih namotaja, naznačen time, što polovi glavnog polja i pomoćni polovi, koji se nalaze između njih u mašini za naizmeničnu struju, proizvode u pripadnim kotvenim namotajima (8, 9 i 43, 44) elektromotorne sile koje su međusobno pomerene u fazi a koje posredno ili neposredno tako utiču na kola (1 do 4) faznih namotaja koja sadrže komutatore da se otklanjaju komponente slepe struje u komutatorskim kolima struje, komutiraju komponente radne struje, usmeravaju naizmenični naponi sprovedeni u komutatore i da se razni usmereni naponi sabiraju u jedan jednosmisleni napon koji je uglavnom konstantan.

2. Agregat prema zahtevu 1, naznačen time, što mašina za naizmeničnu struju, koja je snabdevena glavnim polovima i pomoćnim polovima koji se nalaze između njih, radi kao komutacioni generator za kola struje za namotaje.

3. Agregat prema zahtevu 1 ili 2, naznačen time, što mašina za naizmeničnu struju, koja je snabdevena glavnim polovima i među ovima pomoćnim polovima, radi kao nadražajni generator za transformatorske jezgre.

4. Agregat prema kom bilo od zahteva 1 do 3, naznačen time, što se primarni odn. sekundarni komutatori nalaze u ne-

kom kolu (36, 37 odn. 24, 25) jednosmislene struje vezani na red.

5. Agregat prema kom bilo od zahteva 1 do 4, naznačen time, što svaki komutator radi zajedno sa četkicama koje u odredjenim periodama vremena intermitirano kratko vezuju naredne segmente.

6. Agregat prema kom bilo od zahteva 1 do 5, naznačen time, što je svaki komutator raspoređen u segmente koji sačinjavaju jednu jedinu kontaktnu putanju.

7. Agregat prema jednom od zahteva 1 do 6, naznačen time, što su pomoćni polovi obrazovani tako i tako napajani jednosmislenom strujom da elektromotorna sila proizvedena u svakom faznom namotaju ima koliko pri opterećenju toliko pri praznom hodu odredjene intervale nultog napona.

8. Agregat prema jednom od zahteva 1 do 7, naznačen time, što pomoćni polovi nose namotaj (47, 46) koji se nalazi u spoljašnjem kolu jednosmislene struje.

9. Agregat prema jednom od zahteva 1 do 8, naznačen time, što pomoćni polovi nose namotaj koji se napaja jednosmislenom strujom koja je u glavnom proporcionalna sa naizmeničnom strujom koja teče kroz kotvine namotaje (8, 9 odn. 43, 44).

10. Agregat prema zahtevu 9, naznačen time, što je namotaj (41, 46) izveden kao kompenzacioni namotaj raspoređen po polnoj površini a koji deluje protiv deformisanja intervala nultog napona (sl. 2 i 5).

11. Agregat prema zahtevu 10, naznačen time, što magnetična osa kompenzacionog namotaja (41, 46) prolazi kroz sredinu (73, 66) glavnog pola.

12. Agregat prema jednom od zahteva 3 do 11, naznačen time, što su pomoćni polovi nadražajnog generatora (7) snabdeveni kompenzacionim namotajem (41) koji je vezan na red sa nadražajnim namotajem (38) glavnih polova.

13. Agregat prema jednom od zahteva 3 do 12, naznačen time, što su pomoćni polovi nadražajnog generatora (7) snabdeveni naročitim kompenzacionim namotajem (47) da bi se proizvelo pomoćno strujanje u transformatorskim jezgrama (5, 6) i time da se podupire komutiranje u kolima namotaja.

14. Agregat prema zahtevu 13, naznačen time, što se komutacioni namotaj (47) nalazi u kolu jednosmislene struje pripadnog komutatora (26, 27).

15. Agregat prema jednom od zahteva 3 do 14, naznačen time, što su pomoćni polovi nadražajnog generatora (7) snabdeveni naročitim regulacionim namotajem kojim upravlja jedno kolo struje releja (60 do 65) pri čemu dotični rele stupa u

dejstvo pri nezadovoljavajućem, naročito za komutiranje nepovoljnom, načinu rada mašine, na pr. pri nepravilnom nadražanju, pri iskrama, deformacijama i t. d. pa tako utiče na regulacioni namotaj (59) da se poboljšava način rada mašine.

15. Agregat prema jednom od zahteva 3 do 15, naznačen time, što su pomoćni polovi nadražajnog generatora snabdeveni nadražajnim namotajem (48) koji se nalazi u kolu jednosmislene struje pripadnog komutatora a koji namotaj (48) preimućstveno dejstvuje protivno rednom nadražajnom namotaju (38).

17. Agregat prema kom bilo od zahteva 3 do 16, naznačen time, što je predviđen pomoćni transformator (62) čiji je primarni namotaj vezan sa nekom napravom (18, 61) za primanje impulsa a čiji je sekundarni namotaj vezan sa jednim kolom struje releja (60, 59 odn. 57, 56 odn. 57, 59) koji upravlja načinom rada agregata.

18. Agregat prema zahtevu 17, naznačen time, što neki sinhroni menjač (65) propušta usmerene impulse ka kolu struje releja.

19. Agregat prema kom bilo od zahteva 3 do 18, naznačen time, što su glavni polovi nadražajnog generatora (7) snabdeveni naročitim namotajem (55) kojim upravlja jedno kolo struje releja (60 do 65) pri čemu dotični rele stupa u dejstvo pri takvim diferenciranim impulsima koji nastaju pri nepravilnom komutiranju između odvojenih delova (61, 18) koji sačinjavaju jednu komutatorovu četkicu.

20. Električni agregat za transformisanje električne energije u električnu energiju različitog napona, naznačen izvesnim brojem nepokretnih transformatora sa primarnim i sekundarnim faznim namotajima u kojima se proizvode naponi koji su međusobno pomereni u fazi a koji se usmeravaju pomoću izvesnog broja komutatora koji su vezani na red u jednom kolu jednosmislene struje pri čemu se način rada komutatora podupire pomoćnim mašinama za naizmeničnu struju, konstrukcije sa naizmeničnim polovima, koje rade kao nadražajni i (odn. ili) komutacioni generatori (7, 42) sa polovima glavnog polja i medju njima ležećim pomoćnim polovima.

21. Električni agregat za transformisanje električne energije u električnu energiju različitog napona, naznačen izvesnim brojem

primarnih i sekundarnih otvorenih namotaja koji su međusobno ulančani a u kojima se proizvode naizmenični naponi koji su međusobno pomereni u fazi sa odredjenim intervalima nultog napona pa svaki od tih namotaja radi tako zajedno sa pojedinim komutatorom da se za vreme tih intervala namotaji kratko vezuju, struje komutiraju pomoću mašine sa naizmeničnim polovima sa polovima glavnog polja i između, ovih sa pomoćnim polovima, pa se naizmenični naponi usmeravaju i vezivanjem na red primarnih odn. sekundarnih komutatora superponiraju u jedan u glavnom konstantan primarni odn. sekundarni jednosmisleni napon.

22. Električni agregat za transformisanje električne energije u električnu energiju različitog napona, naznačen izvesnim brojem nepokretnih transformatora sa primarnim i sekundarnim faznim namotajima u kojima se proizvode naizmenični naponi, koji su međusobno pomereni u fazi, sa odredjenim intervalima nultog napona i to posredstvom generatora za nadraživanje transformatora sa polovima glavnog polja i između ovih sa pomoćnim polovima a svaki od tih namotaja radi tako zajedno sa po jednim komutatorom da se za vreme ovih intervala namotaji kratko vezuju a naizmenični naponi usmeravaju pa se vezivanjem na red primarnih odn. sekundarnih komutatora sabiraju u jedan u glavnom konstantan primarni odn. sekundarni odn. jednosmisleni napon.

23. Električni agregat sa izvesnim brojem namotaja u kojima se proizvode naizmenični naponi koji su međusobno pomerani u fazi i koji su u vezi sa komutatorima radi usmeravanja tih napona, a ovi komutatori su snabdeveni segmentima koji se mnogo više protežu u perifernom pravcu od pripadnih četkica pa rade zajedno sa naročitim napravama za primanje intermitentnih diferentnih impulsa i sa regulacionom napravom kojom ove prve naprave upravljaju, naznačen pomoćnim transformatorom (62) koji je uključen između naprave (18, 61) za primanje impulsa i regulacione naprave (59, 60) sa sinhronim menjačem (65) koji periodično sprečava prenošenje impulsa od pomoćnog transformatora (62) do regulacione naprave (59, 50).

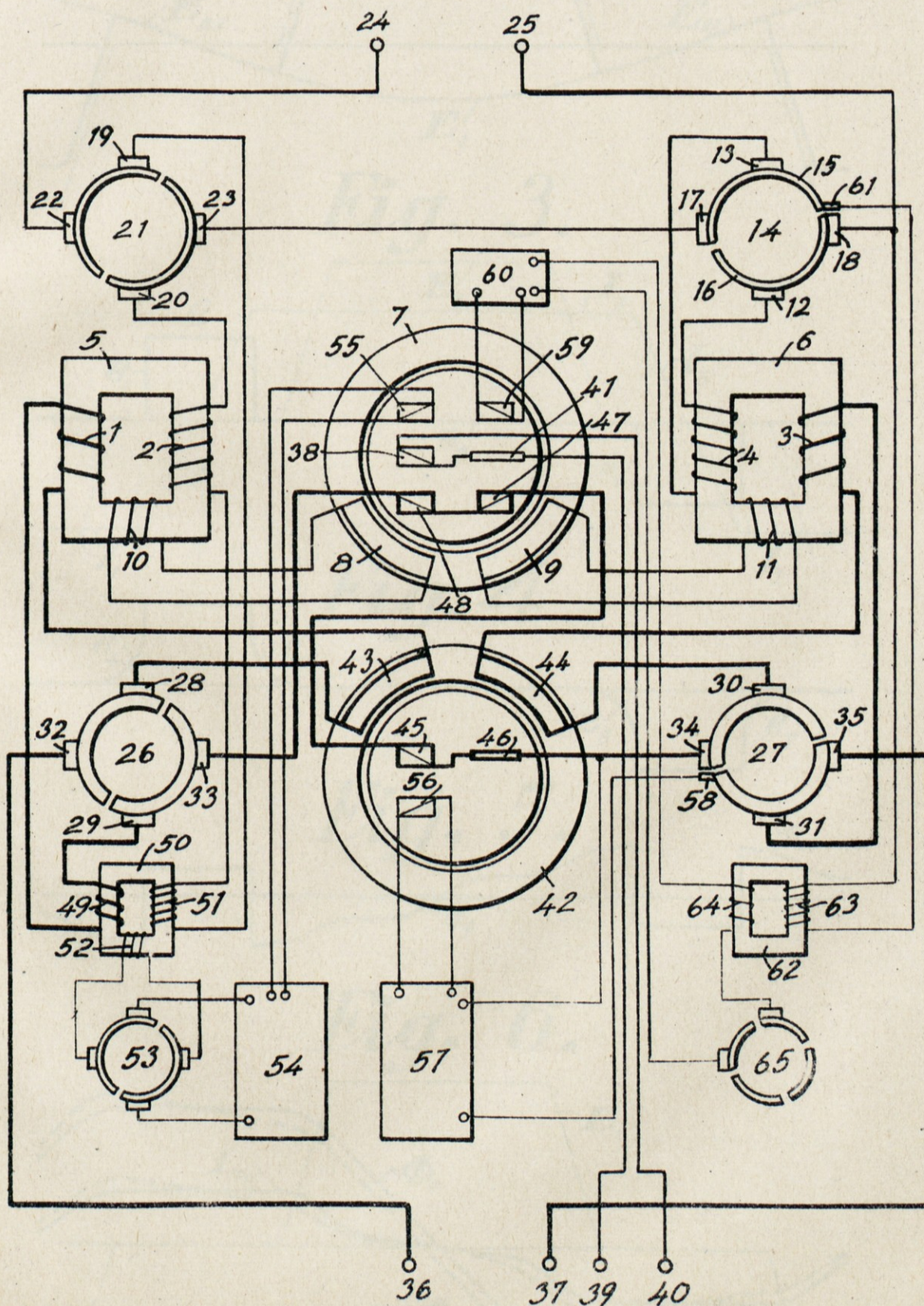
Fig. 1.

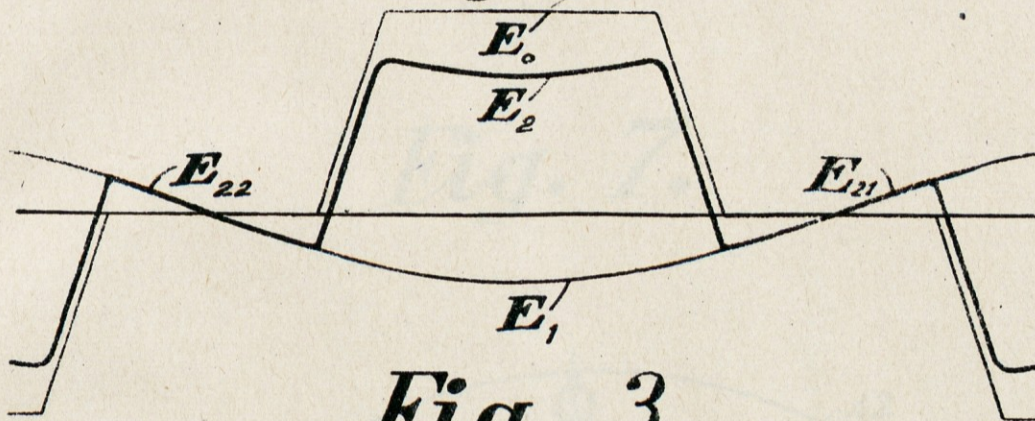
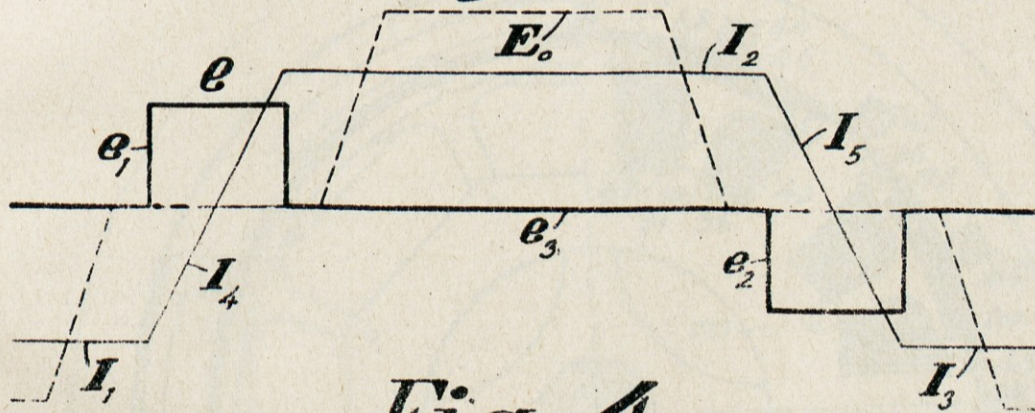
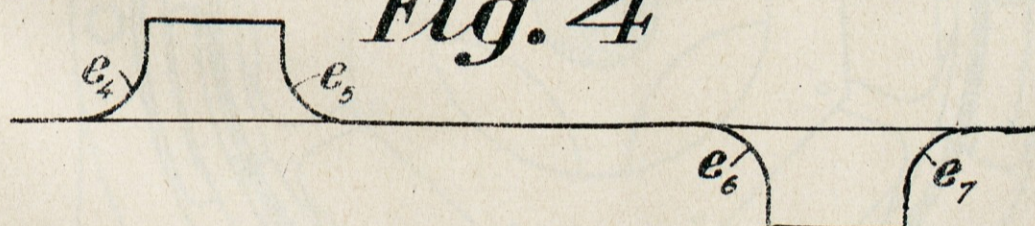
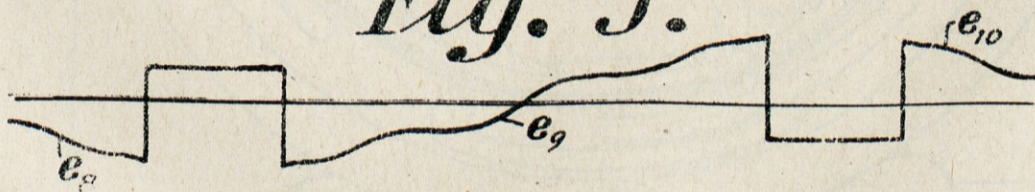
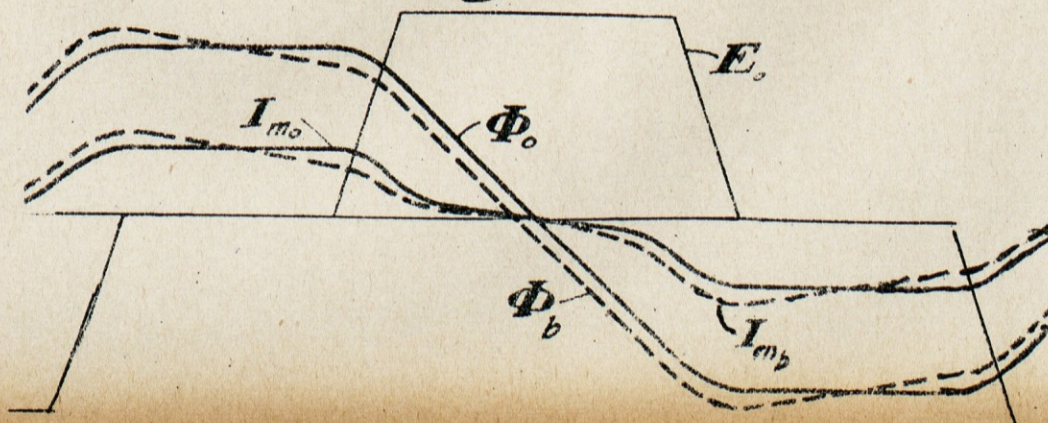
Fig. 2.*Fig. 3.**Fig. 4.**Fig. 5.**Fig. 6.*

Fig. 7.

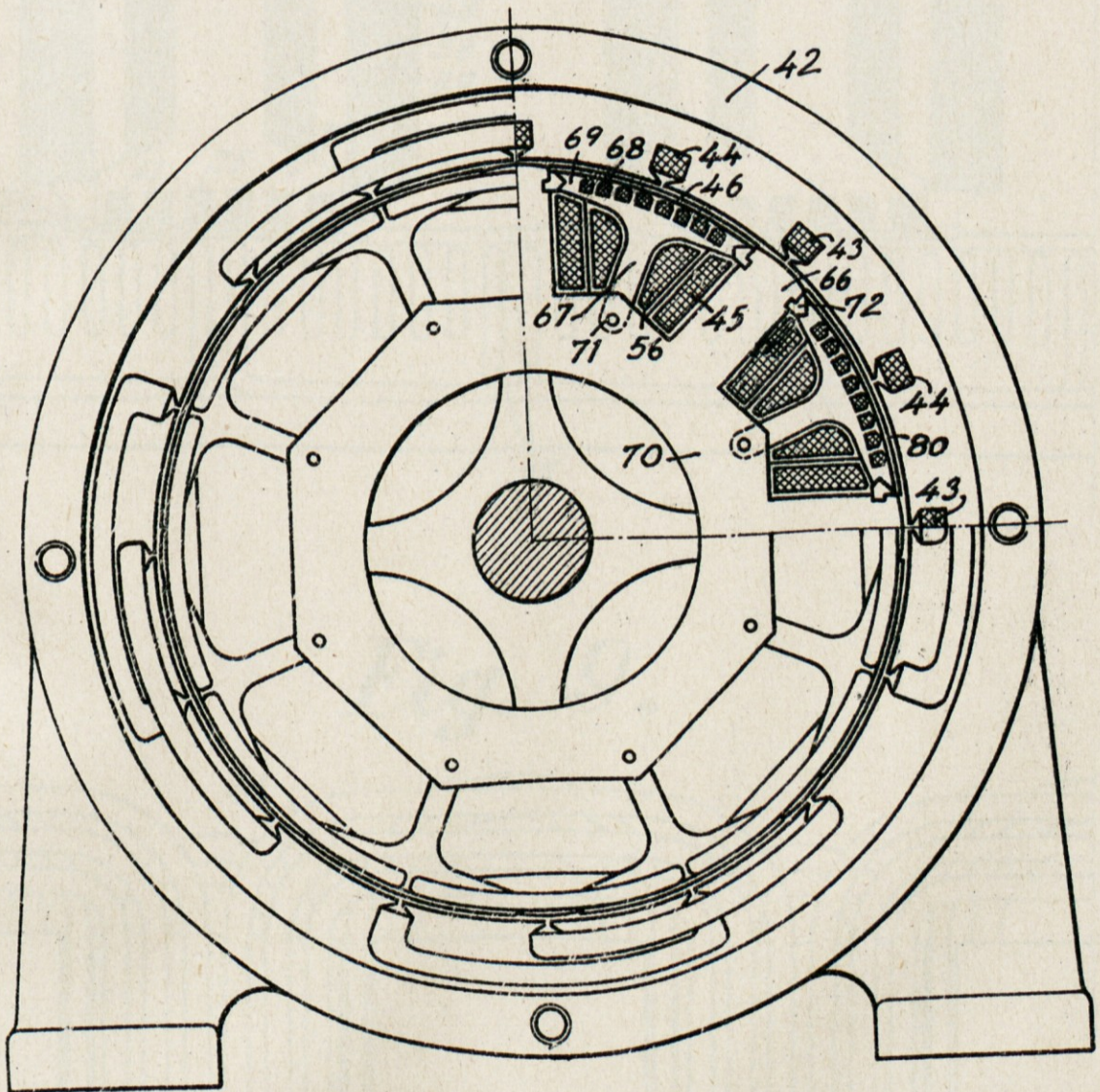


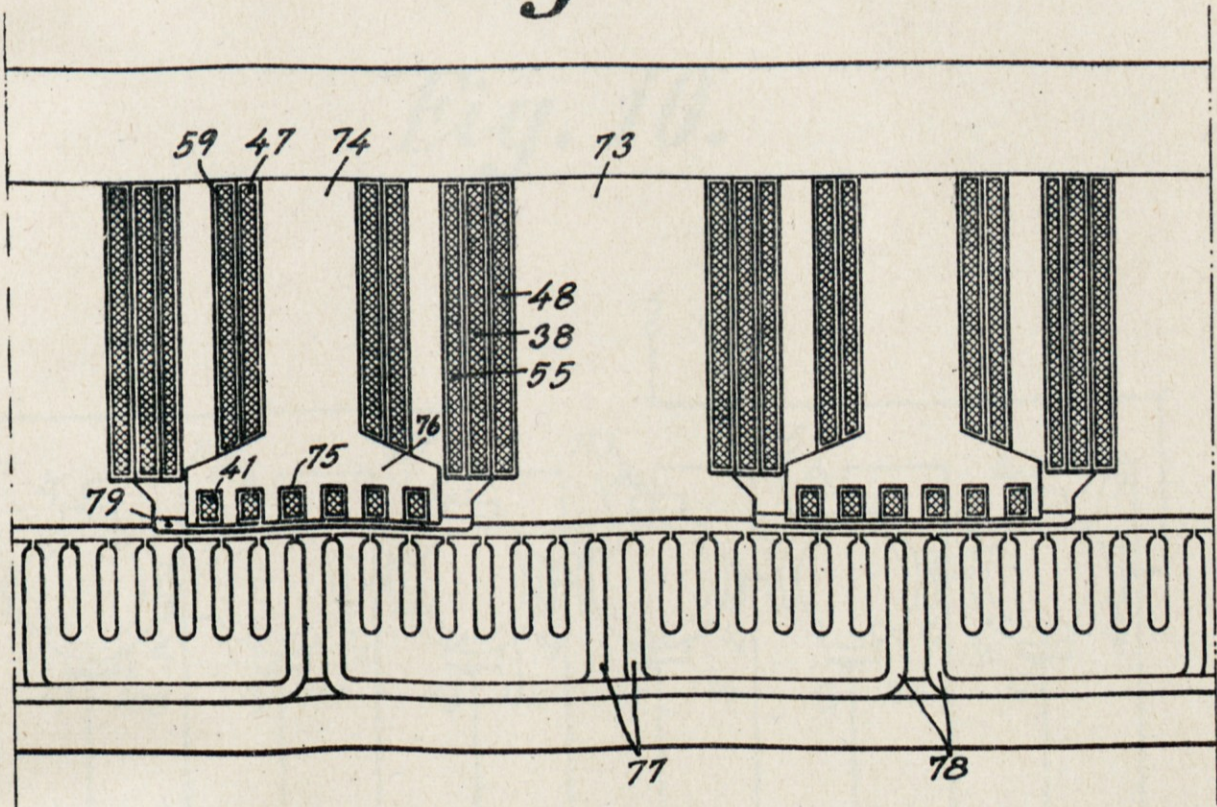
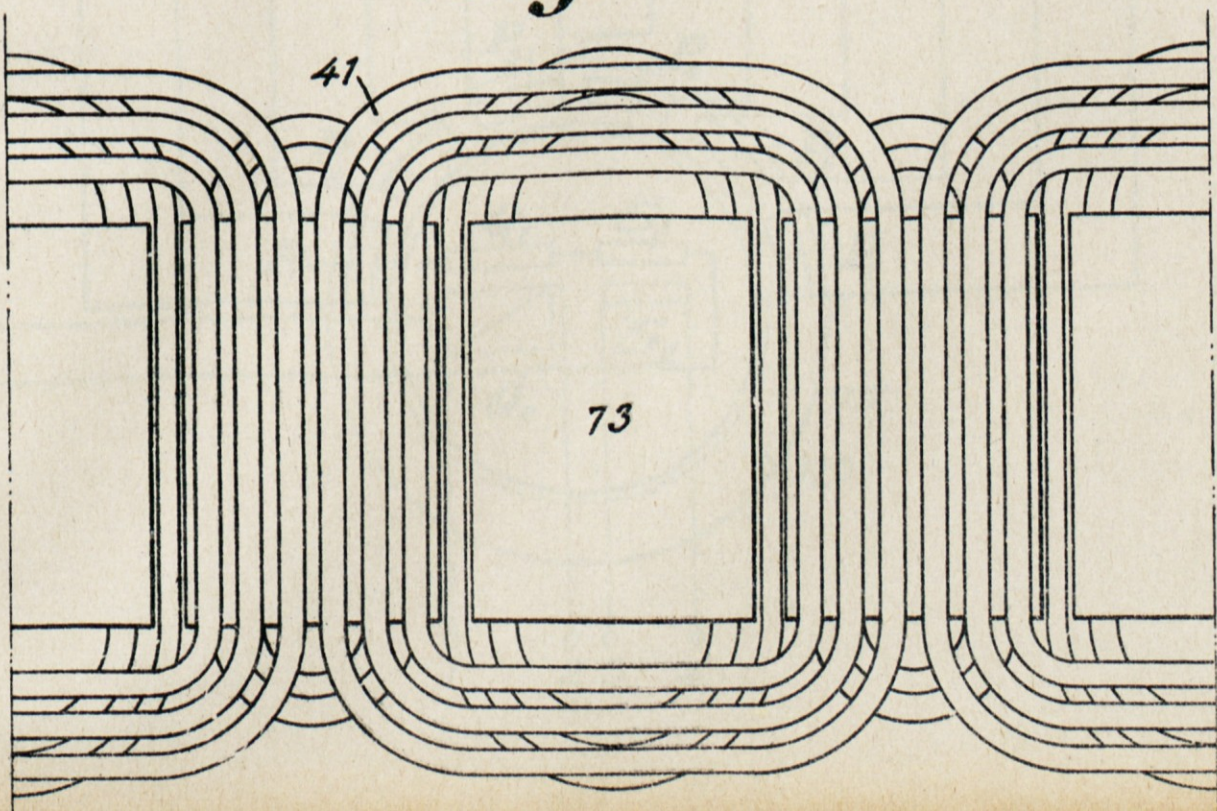
Fig. 8.*Fig. 9.*

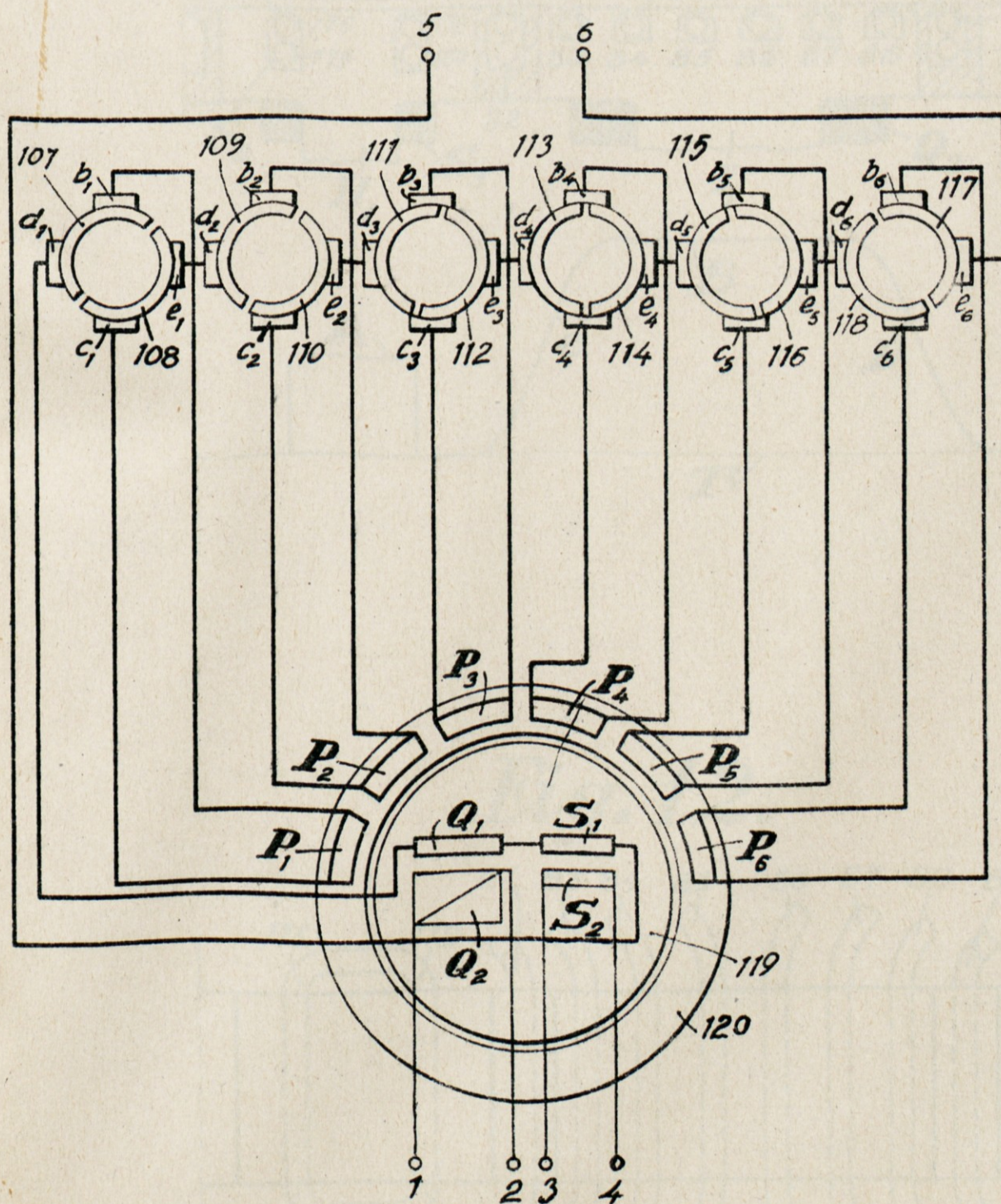
Fig. 10.

Fig. 11.

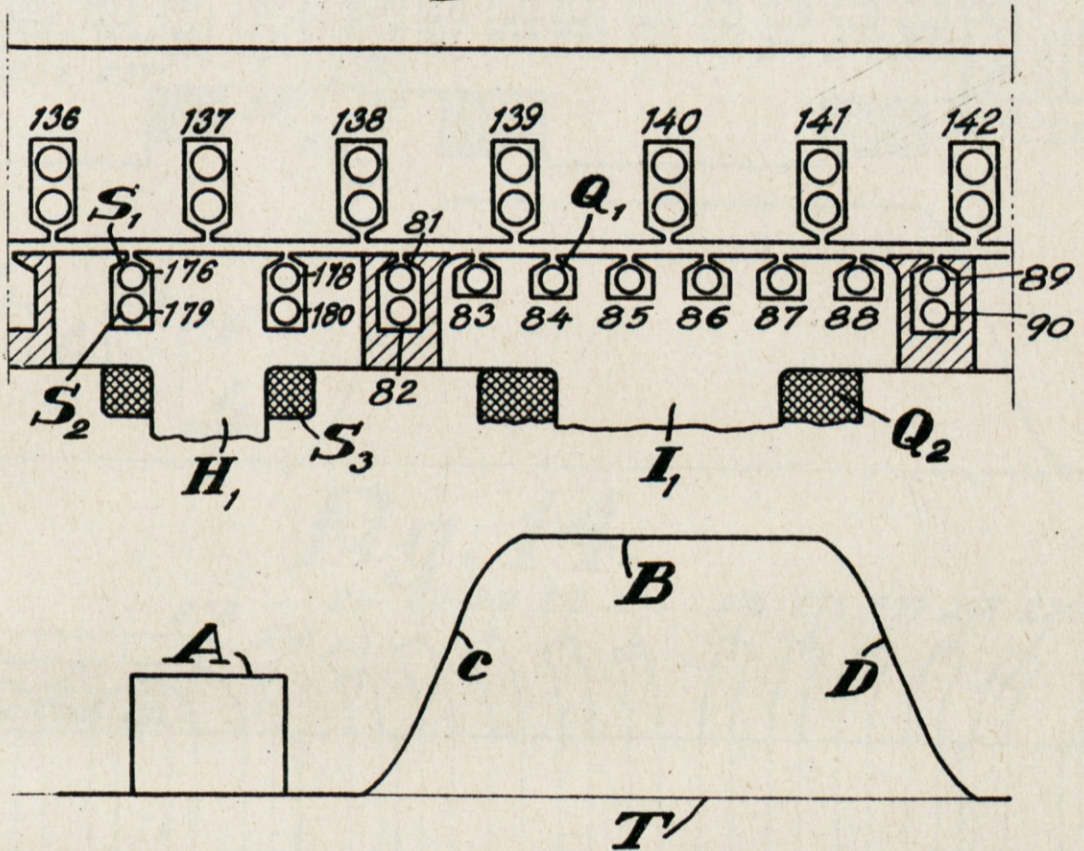


Fig. 12.

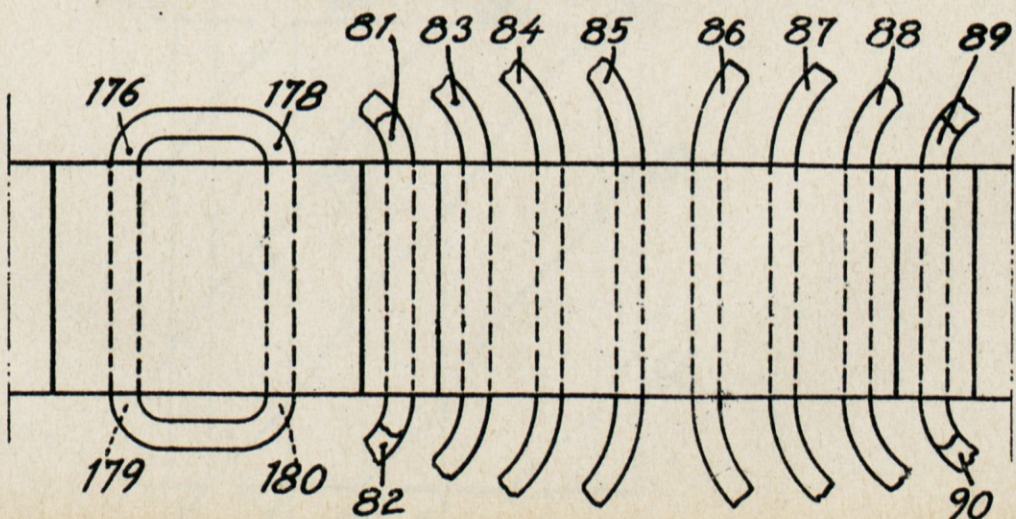


Fig. 13.

Ad pat. br. 11553

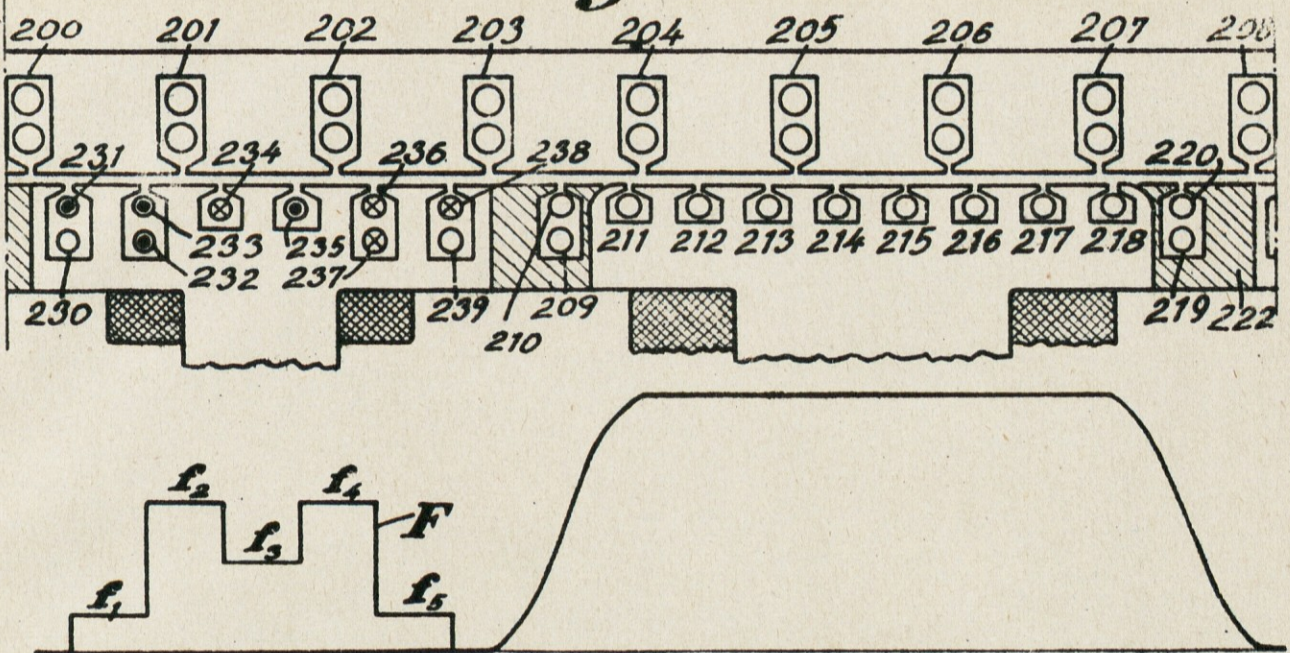


Fig. 14.

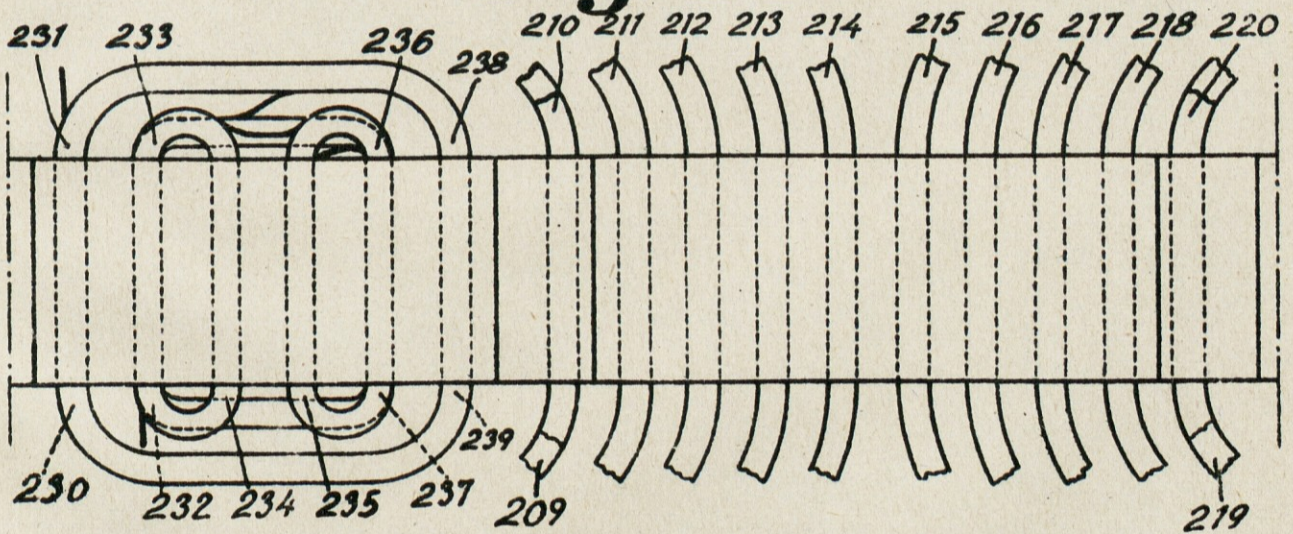


Fig. 15.

