



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8201285**

⑲ NL

⑤④ **Besturingsschakeling voor een gelijkstroommotor.**

⑤① Int.Cl.³: H02K 29/02.

⑦① Aanvrager: Sony Corporation (Sony Kabushikikaisha) te Tokio.

⑦④ Gem.: Ir. R. Hoijtink c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

②① Aanvraag Nr. 8201285.

②② Ingediend 26 maart 1982.

③② Voorrang vanaf 30 maart 1981.

③③ Land van voorrang: Japan (JP).

③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 46745/81 .

⑥② --

④③ Ter inzage gelegd 18 oktober 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Besturingsschakeling voor een gelijkstroommotor.

De uitvinding betreft gelijkstroommotoren en in het bijzonder een nieuwe besturingsschakeling voor een gelijkstroommotor.

Fig. 1 toont een gebruikelijke borstelloze gelijkstroommotor-drijfschakeling, waarin de referentiesymbolen L1, L2 en L3 statorwikkelingen aanduiden van een borstelloze gelijkstroommotor, die in Y-configuratie zijn aangesloten en een onderlinge hoekstand van 120° vertonen.

Een als permanente magneet uitgevoerde rotor Rt wordt geroteerd binnen de wikkelingen L1, L2 en L3 en de rotatiepositie van de rotor Rt wordt gedetecteerd door positiedetectoren H1, H2 en H3, die op onderlinge hoekafstand van 120° zijn aangebracht rond de rotor Rt.

De positiedetectoren H1, H2 en H3 zijn bijvoorbeeld uitgevoerd als Hall-elementen en geven positiesignalen P1, P2 en P3 af, die worden toegevoerd aan een drijfpuls-generator 1, die schakelpulsen opwekt, die worden toegevoerd aan op de getekende wijze aangesloten uitgangstransistoren Q1 t/m Q6. Een motor-drijfspanning V_m wordt toegevoerd aan een voedingsbronaansluiting 2 en vervolgens toegevoerd aan de motorwikkelingen L1, L2 en L3 via de transistoren Q1 t/m Q6 door de drijfpulsgenerator 1. Figuur 2A toont een stel positiesignalen P1, P2 en P3, die worden afgegeven door respectievelijk de Hall-elementen H1, H2 en H3. Figuur 2B toont de richting van de motorstromen die door twee van de drie wikkelingen lopen op elk moment; bij rotatie van de rotor Rt schakelt de toestand om naar de volgende fase, zoals is weergegeven. Bij rotatie van de rotor Rt worden tegen-emk's E1, E2 en E3 opgewekt in de statorwikkelingen, zoals in figuur 2D is weergegeven. De figuren 2A tot en met 2D tonen golfvormen corresponderend met het roteren van de rotor Rt in de richting van de wijzers van de klok, en

indien een richtingsbesturingspuls wordt toegevoerd aan de aansluiting 3, en wanneer die zich wijzigt verandert de volgorde van de schakelpulsen aan de transistoren, waardoor de rotor R_t gaat roteren in de richting tegen de wijzers van de klok. Indien de borstellose motor bijvoorbeeld is aangebracht in een video-bandapparaat als spoelmotor, dient de borstellose motor lineair te worden bestuurd vanaf een snelheid van 100 toeren per minuut in de tegengestelde richting tot 100 toeren per minuut in de voorwaartse richting. Zo is voor bandsnelheidsbesturing een lineaire beheersing vereist van het motoraandrijfkoppel, evenals van het motor-remkoppel.

In gebruikelijke drijfschakelingen zoals in figuur 1 weergegeven, worden de transistoren Q_1 tot en met Q_6 beschouwd als diodes D_n en D_{n+1} , aangezien de transistoren Q_1 tot en met Q_6 eenrichtings-elementen zijn. De equivalente schakeling van de aandrijfschakeling gedurende het aandrijven is in figuur 3A weergegeven. Een equivalente schakeling gedurende rembedrijf is in figuur 3B getoond. In deze tekening geeft het symbool R_m de weerstandswaarde van de wikkelingen weer en I_m de stroom door de wikkelingen.

Het aandrijfkoppel van de motor wordt opgewekt, wanneer de stroom I_m in tegengestelde richting vloeit ten opzichte van de tegen-emk E_n . In dit geval geldt, dat de absolute waarde van V_m groter moet zijn dan de absolute waarde van E_n . Anderzijds wordt een remkoppel opgewekt, wanneer de stroom I_m in dezelfde richting vloeit als de tegen-emk E_n in het geval van remmen door aandrijving in tegengestelde zin.

Zoals is weergegeven in en duidelijk zal zijn aan de hand van de equivalente schakeling van figuur 3B vloeit, wanneer de bronspanning V_m nul is, de stroom I_m in de windingen, corresponderend met de tegen-emk E_n en wordt een corresponderend koppel opgewekt dat recht evenredig is met de stroom I_m en het is zeer moeilijk het koppel van de motor lineair te beheersen over een groot bereik.

Voor het oplossen van dit probleem is voorgesteld, aanvullende diodes D'_n en D'_{n+1} te gebruiken, zoals in figuur 4 is weergegeven, voor het vormen van een stroom-

baan in omgekeerde richting. Indien V_m kleiner is dan E_n , zou de door de diodes D_n en D_{n+1} vloeiende stroom een remmend koppel kunnen veroorzaken.

Bij een dergelijke opbouw is een schakelbesturing 5 tussen de omgekeerde-aandrijfrem en de tegenstroomrem vereist op basis van de rotatiesnelheid van de rotor R_t ; een dergelijke schakeleenheid vertoont een zeer kritische werking.

De uitvinding verschaft een verbeterde besturings-
schakeling voor een gelijkstroommotor, waarin een aantal
10 lineaire versterkers zijn gekoppeld met bijbehorende stator-
wikkelingen van de gelijkstroommotor en een pulsgenerator
een rotatie-pulstrein opwekt, die de rotatiefasen van de
rotor van de motor representeert. Een uitgangsimpedantie-be-
sturingspulsgenerator wekt besturingspulsen op, die selectief
15 de lineaire versterkers besturen, zodanig, dat die bijna on-
eindige uitgangsimpedantie krijgen, en een motorbesturings-
spanning en een signaal-invertor voor het inverteren van de
motorbesturingsspanning worden toegepast, waarbij de
schakeleenheden zijn verbonden met elke ingangsschakeling van
20 de lineaire versterkers voor selectieve toevoer van de
motorbesturingsspanning en de aan fase-omkering onderworpen
motorbesturingsspanning aan elk van de lineaire versterkers.
Een schakeleenheid-besturingspuls generator wekt schakel-
pulsen op op basis van de rotatiepulstrein, welke pulsen
25 worden toegevoerd aan de schakeleenheid. Verdere kenmerken
en bijzonderheden van de uitvinding zullen worden genoemd
en toegelicht aan de hand van de bijbehorende tekening.
Hierin tonen:

Figuur 1 een motorbesturingsschakeling volgens
30 de bekende techniek;

De figuren 2A tot en met 2D signalen ter toe-
lichting van de schakeling volgens figuur 1;

De figuren 3A en 3B schema's ter toelichting van
de uitvinding;

35 Figuur 4 een variant van het schema;

Figuur 5 een schematische weergave van een
uitvoeringsvoorbeeld van de uitvinding;

Figuur 6 een voorbeeld van een lineaire ver-
sterker volgens figuur 5;

De figuren 7A tot en met 7C golfvormen ter toelichting van de uitvinding; en

Figuur 8 de wikkelingen L1 en L2, die zijn gekoppeld met de versterkers A1 en A2.

5 Figuur 5 toont een voorkeursuitvoeringsvoorbeeld van een gelijkstroom aandrijfschakeling volgens de uitvinding, waarin een borstelloze gelijkstroommotor is voorzien van stator wikkelingen L1, L2 en L3, een rotor Rt en positie-

10 detectoren H1, H2 en H3 van het hiervoor reeds beschreven type. Drie lineaire versterkers A1, A2 en A3 geven uitgangssignalen af aan de stator wikkelingen L1, L2 en L3, zoals in de tekening is weergegeven.

Een aandrijvende gelijkspanning Vr wordt aan de versterkers A1, A2 en A3 toegevoerd door een voedingsbron 4.
15 De gelijkspanning Vr wordt gedeeld tot zijn halve waarde door de weerstanden R1 en R2, die zijn aangesloten tussen de uitgang van de voedingsbron 4 en aarde, waarbij de niet-inverterende ingangen van de versterkers A1, A2 en A3 zijn verbonden met het knooppunt van deze weerstanden, zoals in de tekening is
20 weergegeven.

Van de ingangsweerstand R3, R5 en R7 is één zijde verbonden met de inverterende ingang van de versterkers A1, A2 en A3, zoals in figuur 5 is getekend. De weerstanden R1 en R2 bezitten een zodanige waarde, dat ze een waarde ter
25 grootte $\frac{V_r}{2}$ veroorzaken aan de uitgang van de versterkers A1, A2 en A3, wanneer de spanning $V_m = 0$.

De versterkers A1 tot en met A3 bezitten besturingsaansluitingen voor het besturen van de uitgangsimpedantie, zodanig, dat die een zeer grote waarde bezit, en besturings-
30 pulsen OP1, OP2 en OP3 worden respectievelijk toegevoerd aan de besturingsaansluiting van de versterkers A1 tot en met A3 door een pulsgenerator 1.

De andere zijde van de ingangsweerstand R3, R5 en R7 zijn verbonden met schakeleenheden S1, S2 en S3, die
35 bijvoorbeeld CMOS-transistoren omvatten. Zoals in figuur 5 is weergegeven, bezit elk van de schakeleenheden één verplaatsbaar contact, dat één van de drie vaste contacten kiest. De verplaatsbare contacten g, h, i worden omgeschakeld als reactie

op van de pulsgenerator 1 afkomstige schakelpulsen.

Een motorbesturingsspanning V_m wordt toegevoerd aan een ingangsaansluiting 2 en wordt toegevoerd aan vaste contacten a, c, e van de schakeleenheden S1, S2 en S3. De spanning V_m wordt eveneens toegevoerd aan een invertor 5 ter verkrijging van een geïnverteerde motorbesturingsspanning $-V_m$.

De aldus opgewekte spanning $-V_m$ wordt toegevoerd aan de vaste aansluitingen b, d en f van de schakeleenheden S1, S2 en S3. Het resterende vaste contact van elk van de schakeleenheden is, zoals getekend, niet doorverbonden.

De voedingsbron 4 wordt bestuurd door een besturingsspanning, die afkomstig is van een opteller 6 die een van de balansspanning afwijkende spanning ontvangt van een aansluiting 7 en eveneens een stel motorbesturingsspanningen V_m en $-V_m$ ontvangt, die worden toegevoerd via diodes 8a en 8b.

De voedingsbron 4, die de beschreven opbouw bezit, kan een minimale bedrijfsspanning leveren voor de versterkers A1 tot en met A3 ter vermindering van ongewenste dissipatie.

Figuur 6 toont een voorbeeld van de lineaire versterkers A1, A2 en A3, waarin een operationele versterker 9 met een positieve en een negatieve ingang de ingangstrap van de lineaire versterker A vormt. De basis-electrode van een transistor 10 is verbonden met de uitgang van de operationele versterker 9. De emitter en de collector van de transistor 10 zijn verbonden met een PNP-drijftransistor 11, respectievelijk een NPN-drijftransistor 12, zoals figuur 6 toont. Het knooppunt van de collectoren van de transistoren 11 en 12 is gemeenschappelijk met de basis elektroden van een NPN-uitgangstransistor 13 en een PNP-uitgangstransistor 14 verbonden.

De emitter van de drijftransistor 11 en de collector van de uitgangstransistor 13 zijn verbonden met de van de voedingsbron 4 afkomstige aandrijf-gelijkspanning V_r .

Een elektrische schakelaar 18 is verbonden tussen een negatieve voedingsaansluiting 17 en de basis elektrode van

de drijftransistor 10 en de werking van de schakelaar 18 wordt bestuurd door de van de pulsgenerator 1 afkomstige besturingspuls OP1.

Wanneer in de versterker A1 het niveau van de besturingspuls OP1 hoog is, zal de schakelaar 18 gesloten zijn, zodat de uitgangsimpedantie zeer hoog zal zijn, alsof de keten open was.

Wanneer in dit geval het niveau van de besturingspuls hoog is, wordt de schakeleenheid S1 bestuurd, en wel zodanig dat het verplaatsbare contact g de open aansluiting kiest als gevolg van de besturing door de van de pulsgenerator afkomstige schakelpuls.

De werking van de motor aandrijfschakeling volgens de uitvinding zal nu worden uiteengezet aan de hand van figuur 7. Figuur 7A toont de van de schakeleenheden S1, S2 en S3 afkomstige uitgangssignalen.

De schakeleenheid S1 kiest zo de vaste aansluiting a gedurende de rotatiehoek van 0 tot 120° van de rotor Rt en kiest de vaste aansluiting b gedurende de rotatiehoek van 180° tot 300° . Op andere tijdstippen kiest de schakelaar S1 de open aansluiting tussen a en b.

Figuur 7B toont een stel besturingspulsen OP1, OP2 en OP3 die worden toegevoerd aan respectievelijk de versterker A1, A2 en A3.

In het geval waarin de rotor Rt in de richting van de wijzers van de klok wordt geroteerd worden de in figuur 7C getoonde aansluitingsspanningen V1, V2 en V3 toegevoerd aan respectievelijk de stator wikkelingen L1, L2 en L3.

De polariteit en amplitude van deze aansluitingsspanningen V1, V2 en V3 is afhankelijk van de polariteit en de amplitude van de motor besturingsspanning Vm.

Zoals blijkt uit de figuren 7A tot en met 7C, verkeert altijd één van de lineaire versterkers A1, A2 en A3 in de uit-toestand. Wanneer bijvoorbeeld de versterker A3 buiten bedrijf verkeert, wordt de equivalente schakeling die, waarin de stator wikkelingen L1 en L2 zijn aangesloten tussen de lineaire versterkers A1 en A2, zoals in figuur 8 is weergegeven.

Op dat moment is de motor-aandrijfspanning V_d gelijk aan de absolute waarde van $V_A - V_B$, waarin $V_A = kV_m + \frac{1}{2}V_r$ en $V_B = -kV_m + \frac{1}{2}V_r$, welke spanningen worden toegevoerd aan de in serie geschakelde motorwikkelingen L1 en L2. Het ver-
5 wijzingssymbool k is een versterkingsfactor voor de lineaire versterkers A1 en A2.

De aandrijfspanning V_d wordt $2kV_m$ en de richting van het koppel en de grootte daarvan zijn afhankelijk van de amplitude en de polariteit van de besturingsgelijkspanning V_m
10 en de besturing van vloeiend plaats vinden zelfs bij een tot nul naderende snelheid van de rotor R_t .

De uitvinding verschaft een nieuwe gelijkstroom-motorbesturingsschakeling. De uitvinding is niet beperkt tot de beschreven uitvoeringsvoorbeelden. Diverse wijzigingen in
15 de onderdelen en hun onderlinge samenhang kunnen worden aangebracht, zonder dat daardoor het kader van de uitvinding wordt overschreden.

CONCLUSIES

1. Gelijkstroommotorbesturingsschakeling voor het besturen van de rotatie van de gelijkstroommotor gekenmerkt door een aantal lineaire versterkers, die respectievelijk zijn verbonden met elk van de stator-wikkelingen van de gelijkstroommotor, een pulsgenerator voor het wekken en afgeven van rotatie-pulstreinen die rotatiefasen van de rotor van de gelijkstroommotor representeren, een uitgangsimpedantie-besturingspulsgenerator voor het in afhankelijkheid van de rotatie-pulstrein opwekken en afgeven van besturingspulsen voor het selectief besturen van de genoemde lineaire versterkers, zodanig dat die een praktisch oneindige uitgangsimpedantie bezitten, een motorbesturingsspanning, een signaalinvertor voor het inverteren van de motorbesturingsspanning, een aantal schakeleenheden die respectievelijk zijn verbonden met de ingangsschakelingen van de genoemde lineaire versterkers voor selectieve toevoer van de motorbesturingsspanning en de aan fase-omkering onderworpen motorbesturingsspanning aan elk van de lineaire versterkers, alsmede een schakeleenheid-besturingspulsgenerator voor het op basis van de rotatiepulstrein opwekken en afgeven van schakelpulsen aan elk van de schakeleenheden.
2. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat elk van de schakeleenheden drie kiesbare posities bezit, in de ene waarvan de besturingsspanning wordt toegevoerd, in de andere waarvan de aan fase-omkering onderworpen motorbesturingsspanning wordt toegevoerd, en waarvan de derde een open keten is.
3. Schakeling volgens conclusie 1, gekenmerkt door een variabele voedingsbron voor toevoer van voedingsenergie en een voorspanning aan de lineaire versterkers in rechte evenredigheid met de motorbesturingsspanning.
4. Schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stator-wikkelingen in ster-configuratie zijn aangesloten en de vrije uiteinden van de stator wikkelingen zijn verbonden met de uitgangsaansluitingen van de lineaire versterkers.

5. Besturingsschakeling voor een omkeerbare gelijkstroommotor met een aantal stator wikkelingen en een rotor, gekenmerkt door middelen voor het detecteren van de positie van de rotor, een aantal lineaire versterkers, waarvan 5 van de uitgangen respectievelijk met die stator-wikkelingen zijn verbonden, een pulsgenerator waaraan het uitgangssignaal van de detectiemiddelen wordt toegevoerd, welke pulsgenerator ingangssignalen aan de lineaire versterkers toevoert, een bron van positieve en een bron van negatieve 10 motorspanning, een aantal schakelmiddelen, die worden bestuurd door de pulsgenerator en zijn verbonden met de genoemde bronnen voor positieve en negatieve motorspanning, waarbij de schakeleenheden ingangssignalen toevoeren aan de lineaire versterkers, alsmede een voedingsbron die ingangssignalen 15 toevoert aan de genoemde lineaire versterkers.

6. Schakeling volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de motorspanning wordt toegevoerd aan de voedingsbron.

7. Schakeling volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de middelen voor het detecteren van de positie van de rotor tenminste één Hall-detector omvat. 20

8. Schakeling volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de lineaire versterkers een operationele versterker omvatten voor ontvangst van ingangssignalen van een schakel- 25 eenheid en de voedingsbron, tweede schakelmiddelen voor ontvangst van het ingangssignaal van de pulsgenerator, alsmede transistor-uitgangsmiddelen, die zijn gebonden met de operationele versterker en de stator wikkelingen en met de tweede schakelmiddelen.

30 9. Schakeling volgens conclusie 6, gekenmerkt door, spanningsdelermiddelen, die zijn verbonden met de uitgang van de voedingsbron, welke middelen zijn aangesloten voor toevoer van ingangssignalen aan de lineaire versterkers.

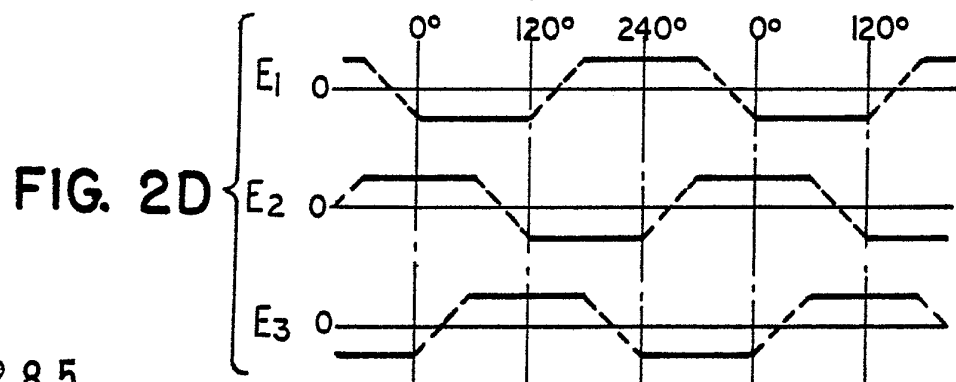
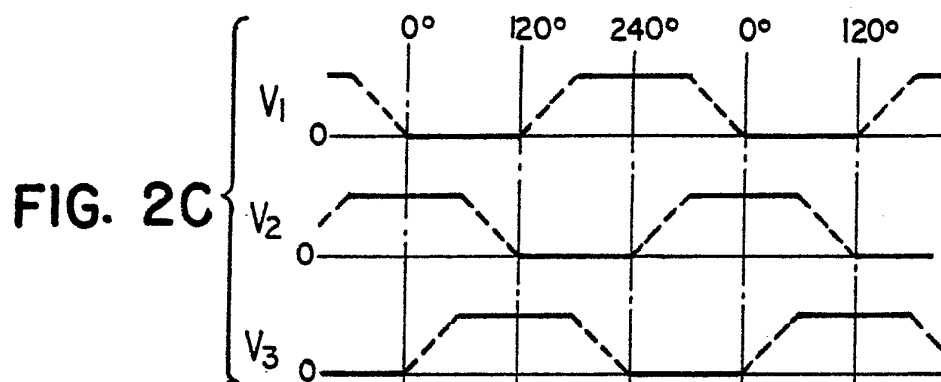
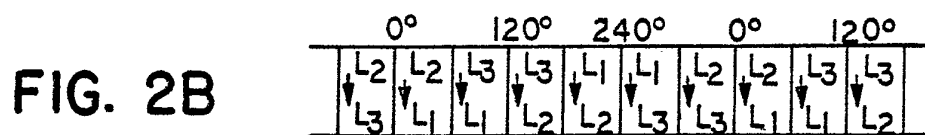
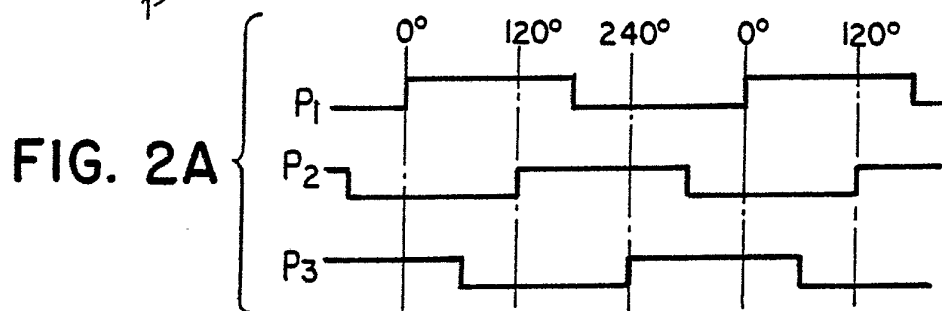
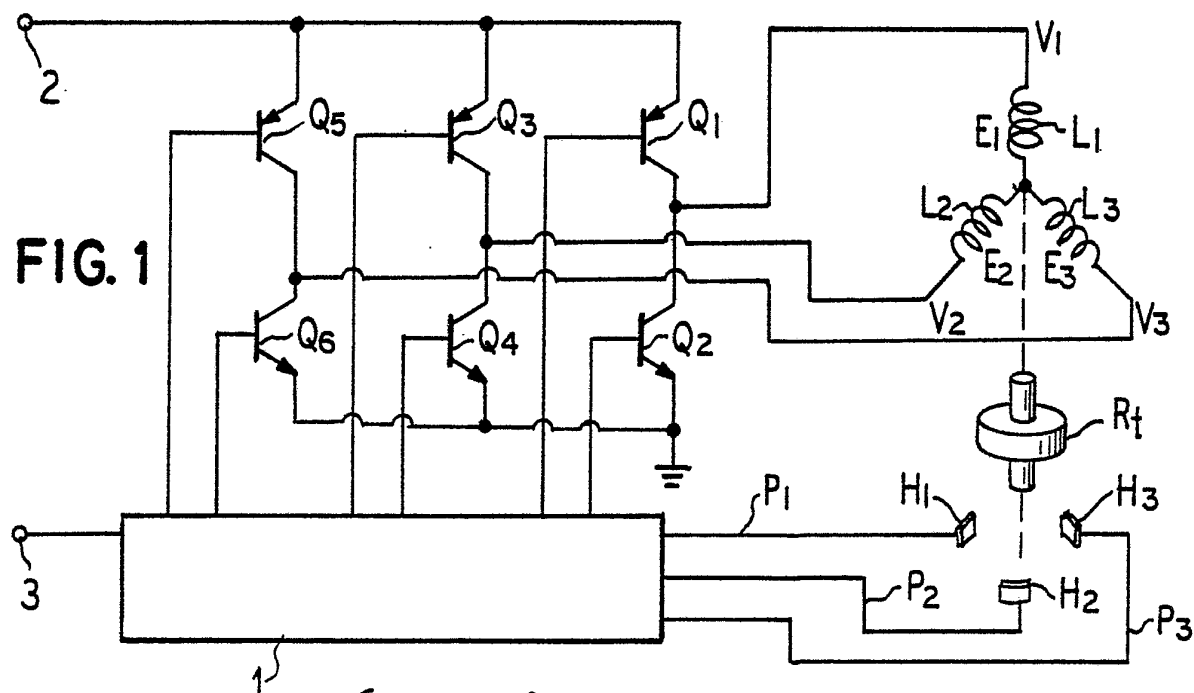


FIG. 3A

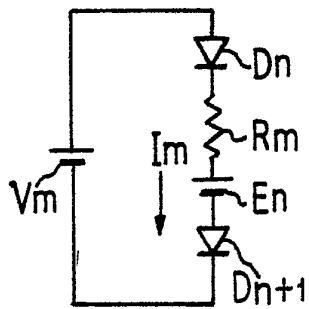


FIG. 3B

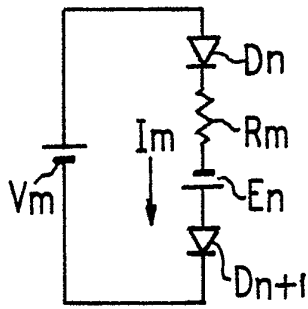


FIG. 4

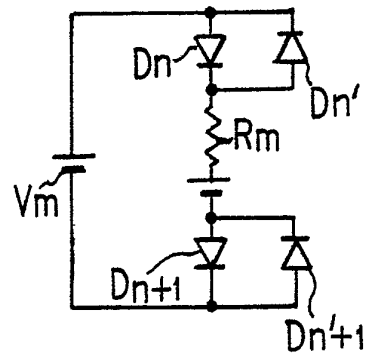


FIG. 8

