



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **316432**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

B 60 L 9/00, 3/00, H 02 J 1/02

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19990365	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1999.01.26	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	1999.01.26	(30) Prioritet	1998.01.26, FR, 9800773
(41) Alm. tilg.	1999.07.27		
(45) Meddelt dato	2004.01.26		

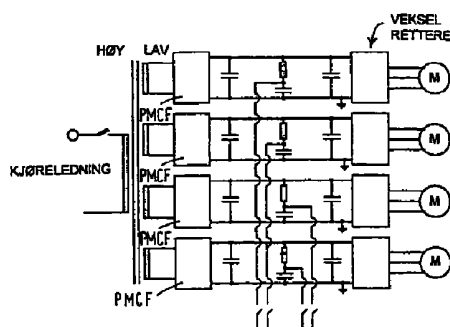
(71) Patenthaver	Alstom Transport SA, 38, avenue Kléber, F-75116 Paris, FR
(72) Oppfinner	Rong Fan Liu, Pau, FR
(74) Fullmektig	J.K. Thorsens Patentbureau AS, 0134 Oslo

(54) **Benevnelse** **Drivsystem i spenningsmodus for elektrisk drevet lokomotiv eller motorvogn**

(56) **Anførte publikasjoner** Schmidt D.: "Germany's intercity express with ABB three-phase propulsion", AA Review, no. 10, 1.jan. 1991, side 3-10, *side 6; figur 3*

(57) **Sammendrag**

Foreliggende oppfinnelse gjelder et linjenett i spenningsmodus som har effektforsyningsledninger for en elektrisk motorvogn. Hver av nevnte effektforsyningsledninger har et 2F-filter og midtpunktet for nevnte effektforsyningsledningers 2F-filtre er forbundet med hverandre.



Foreliggende oppfinnelse gjelder elektriske drivsystemer generelt, og gjelder særlig et drivsystem i spenningsmodus for et elektrisk drevet lokomotiv eller en motorvogn, som omfatter effektforsyningsledere

5 På området systemer for elektrisk drift favoriserer GTO-teknologien (Gate Turn Off) bruk av elektriske effektkretser hvor det elektriske drivsystem har ledere av felles type (samleskinne-type), mens IGBT-teknologien (Insulated Gate Bipolar Transistor) er tilbøyelig til å favorisere realisering av elektriske effektkretser hvor det elektriske drivsystem har ledere av separat type

10

Tidligere kjente effektkretser for elektriske drivsystemer med ledere av felles type, har de fordeler at

- hele driftseffekten deles på de kraftkommuterende enfasebroer (heretter betegnet PMCF – Ponts Monophases a Commutation Forcee) på den samme leder, slik at det
- 15 ikke foreligger noen overstrøm inne i PMCF'ene i tilfellet av spredning av driftseffekt fra hver vekselretter,
- i tilfellet av en leder med et antall på N PMCF'er, gjør innflettingen av de N PMCF'er det mulig å minimalisere alle spektrallinjer fra familie 1 til familie N-1, hvilket med tanke på fravær av svingninger på kjøreledningsnett, skaper et ytelsesnivå som er
- 20 tilsvarende høyere, siden verdinivaet av primærstrømmen IPE sikres,
- i tilfellet av en isolert PMCF frembringes likevel den samlede startkraft samtidig som det er overensstemmelse med kvaliteten på innflettingen av de øvrige PMCF'er, og
- en hjelpeenhet installeres lett på likestrømslederen

25 Sådanne tidligere kjente effektkretser for et elektrisk drivsystem, som har ledere av felles type, har de ulemper at

- en kortslutning av fellesslederen medfører et overskytende dreiemoment på alle fremdriftsmotorene, og
- siden IGBT'ens kommutering behøver en lav kretsinduktans, kan en kortslutning på
- 30 alle kondensatorene i den felles leder forarsake et overstrømfenomen

De tidligere kjent effektkretser for et elektrisk drivsystem som har ledere av separat type med separate ledere pr aksel, har den fordel at i tilfellet av en kortslutning på lederen, blir overstrømmen minimalisert og motorens overskytende dreiemoment begrenses til en

35 eneste vekselretter, og det foreligger derfor ingen innvirkning på de andre lederene

Sadanne tidligere kjente effektkretser for et elektrisk drivsystem med ledere av den type som har separate ledere pr aksel, har de ulemper at

- siden driften av hver leder er selvstendig, og pga spredningen i malingene av likespenningene og driftseffektene på hver vekselretter, kan ikke kvaliteten av innflettingen av de N PMCF'er på de N separate ledere sikres, og de harmoniske og verdien av primærstrømmen IPE blir derfor degradert,
- på grunn av dette samme problem ved innfletting, må PMCF'ene i noen grad overdimensjoneres, og
- hjelpeenheter er vanskelige å installere på separate ledere

Tabell 1 nedenfor sammenstiller alle ytelsesaspekter ved de forskjellige elektriske effektkretser for et elektrisk drivsystem i henhold til tidligere kjent teknikk

Tabell 1

Ytelse/konfigurasjon	Harmoniske og IPE	Korslutningstoleranse	Tilgjengelighet i degradert modus	med høyeffekts hjelpeenhet	Uavhengighet fra aksler
Felles ledere (pr motor)	God	Dårlig	God	God	Dårlig
Separate ledere (pr aksel)	Dårlig	God	Dårlig	Dårlig	God
Felles ledere pr boggi	Middels	Middels	Middels	Dårlig	Middels

Utover dette er det fra artikkelen "Germany's Intercity Express with ABB three-phase propulsion", av D Schmidt, offentliggjort i ABB Review, nr 10, januar 1991, sidene 3 - 10, kjent en effektkrets for en en-faset linjespenning på 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz, som har strøm- omformere utstyrt med konvensjonelle tyristorer eller GTO-tyristorer, og filterkretser avstemt til 33 $\frac{1}{3}$ Hz (dvs to ganger grunnfrekvensen F på 16 $\frac{2}{3}$ Hz) anordnet for hvert par av kretsens "firekvadrant"-styringer

På denne bakgrunn er det et formål for foreliggende oppfinnelse å fremskaffe et elektrisk drivsystem med effektforsyningsledere for en elektrisk drevet motorvogn, som oppviser fordelene ved de elektriske drivsystemer som har effektforsyningsledere av typen felles

ledere i samsvar med tidligere kjent teknikk, så vel som fordelene ved et elektrisk drivsystem som har effektforsyningsledere av separat type i samsvar med tidligere kjent teknikk

- 5 Et annet formål for oppfinnelsen er et elektrisk drivsystem som har effektforsyningsledere for en elektrisk motorvogn, som ikke oppviser ulemper ved de elektriske drivsystemer i henhold til tidligere kjent teknikk, og hvor den samlede ytelse er forbedret

Saledes gjelder foreliggende oppfinnelse et drivsystem i spenningsmodus for et elektrisk drevet lokomotiv eller motorvogn, som har effektforsyningsledere, hvorav i det minste 10 noen har et filter av en type som fjerner den elektriske effekts andre harmoniske (et såkalt 2F-filter) På denne bakgrunn av kjent teknikk har da drivsystemet i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at midtpunktet for nevnte effektforsyningslederens 2F-filtre er forbundet med hverandre

15

En fordel ved det elektriske drivsystem i spenningsmodus i henhold til oppfinnelsen, er bedre ytelse med hensyn til effekt så vel som harmoniske av linjespenningens grunnfrekvens

- 20 Andre formål, særtrekk og fordeler ved oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende beskrivelse av en foretrukket utførelse av det elektriske drivsystem i spenningsmodus, i henhold til oppfinnelsen, idet denne beskrivelse gis med henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke

Fig 1 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av separat 25 type i samsvar med tidligere kjent teknikk,

fig 1A - 1D viser henholdsvis nivået av de harmoniske og fasongen av de fire sekundære strømmer oppnådd med den elektriske krets vist i fig 1,

fig 2 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av felles type og felles ledere pr boggi i samsvar med tidligere kjent teknikk,

- 30 fig 2A - 2D viser henholdsvis nivået av de harmoniske og fasongen av de fire sekundære strømmer oppnådd med den elektriske krets vist i fig 2,

fig 3 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av felles type i samsvar med tidligere kjent teknikk,

fig 3A - 3B viser henholdsvis nivået av de harmoniske og fasongen av de fire 35 sekundære strømmer oppnådd med den elektriske krets vist i fig 3,

- fig 4 viser et elektrisk kretsskjema for en første foretrukket utførelse av et elektrisk drivsystem med ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen,
fig 4A og 4 B viser henholdsvis nivaet av de harmoniske og fasongen av de fire sekundære strømmer oppnadd med den elektriske krets vist i fig 4,
- 5 fig 5 viser et elektrisk kretsskjema for en annen foretrukket utførelse av det elektriske drivsystem med to ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen,
fig 5A - 5C viser ekvivalentsskjemaer for den elektriske krets vist i fig 5 i tilfellet av henholdsvis (a) likestrøm, (b) strøm som går gjennom 2F-filteret (2F-strøm) og (c) strøm ved kortslutning av den høyere leder,
- 10 fig 6 viser et elektrisk kretsskjema for en annen utførelse av et elektrisk drivsystem med delvis felles ledere, og
fig 7 viser et elektrisk kretsskjema for nok en annen foretrukket utførelse av et elektrisk drivsystem med ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen
- 15 Fig 1 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av typen separate ledere i samsvar med tidligere kjent teknikk Denne fig 1 viser et elektrisk drivsystem med fire ledere, idet hver leder omfatter en PMCF og et filter for å fjerne den andre harmoniske av kjørestråmmens frekvens F (et 2F-filter) Fig 1A - 1D viser henholdsvis nivaet av de harmoniske og fasongen av fire sekundære strømmer oppnadd med den elektriske krets vist i fig 1 under vanlig drift med en PMCF i hviletilstand
- 20 Fig 2 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av den type som har felles ledere pr boggi i samsvar med tidligere kjent teknikk Denne fig 2 viser et elektrisk drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF og et 2F-filter, og hvor lederene er konfigurert i par, slik at hvert par av ledere er forbundet med to PMCF'er Fig 2A - 2D viser henholdsvis nivaet av de harmoniske og fasongen av de fire sekundærstrømmer oppnadd med den elektriske krets vist i fig 2, under normal drift med motoren stanset
- 25 Fig 3 viser et elektrisk kretsskjema for et elektrisk drivsystem med ledere av typen felles ledere i samsvar med tidligere kjent teknikk Denne fig 3 viser et elektrisk drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF og hvor bare en av disse ledere omfatter et 2F-filter, idet lederene er slik konfigurert at settet av ledere er tilknyttet de fire PMCF'er Fig 3A og 3B viser henholdsvis nivaet av de harmoniske og fasongen av fire sekundære strømmer oppnadd med den elektriske krets vist i fig 3
- 30
35

Fig 4 viser et elektrisk kretsskjema for en første foretrukket utførelse av et elektrisk drivsystem som har ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen. Drivsystemet i spenningsmodus har effektforsyningsledere for et elektrisk drevet lokomotiv eller en elektrisk drevet motorvogn. Hver av effektforsyningslederene har et 2F-filter hvis midtpunkt er bundet sammen, fortrinnsvis ved hjelp av svitsjeelementer.

Saledes viser fig 4 et elektrisk drivsystem med fire ledere, idet hver leder omfatter en PMCF og et 2F-filter, og hvor 2F-filtrene er konfigurert på en slik måte at midtpunktet for 2F-filtrene i settet av effektforsyningslederene er knyttet sammen. Fig 4A og 4B viser henholdsvis nivået av de harmoniske og fasongen av de fire sekundære strømmer oppnådd med den elektriske krets vist i fig 4.

Fig 5 viser det elektriske skjema for den første foretrukne utførelse av det elektriske drivsystem som i henhold til oppfinnelsen omfatter to ledere av delvis felles type. Fig 5A - 5C viser ekvivalentkretsene av den elektriske krets vist i fig 5, i tilfellet av henholdsvis likestrøm, 2F-strøm, dvs strøm som går gjennom et 2F-filter og særlig gjennom filterets motstand og kondansator, og kortslutning av den høyere leder.

Fig 6 viser et elektrisk kretsskjema for nok en annen utførelse av et elektrisk drivsystem og som har ledere av delvis felles type. I samsvar med denne utførelse av det elektriske drivsystem, er effektforsyningslederene direkte forbundet ved hjelp av selvinduktive elementer.

Fig 7 viser et elektrisk kretsskjema for enda en annen foretrukket utførelse av et elektrisk drivsystem i henhold til oppfinnelsen og som omfatter ledere av delvis felles type. I samsvar med denne tredje foretrukne utførelse av det elektriske drivsystem i henhold til oppfinnelsen, har den første halvpart av effektforsyningslederene alle et 2F-filter, mens den annen halvpart av effektforsyningslederene er forbundet i par med den første halvpart av effektforsyningslederene og midtpunktet for 2F-filtrene i den første halvpart av effektforsyningslederene er forbundet med hverandre.

Simuleringer

Simuleringene nedenfor utføres på fire typer elektriske effektretser for et elektrisk drivsystem i henhold til tidligere kjent teknikk, med ledere av den etterfølgende ledertype og konfigurasjon av det elektriske drivsystem.

Mulighet 1 i henhold til tidligere kjent teknikk

Drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF og et 2F-filter (fig 1)

Mulighet 2 i henhold til tidligere kjent teknikk

- 5 Drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF og et 2F-filter, og hvor lederene er konfigurert i par på en slik måte at hvert par av ledere er forbundet med to PMCF'er (fig 2)

Mulighet 3 i henhold til tidligere kjent teknikk

- 10 Drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF, mens bare en av lederene har et 2F-filter, og hvor lederene er konfigurert på en slik måte at settet av ledere er forbundet med fire PMCF'er (fig 3)

Mulighet 4 i henhold til oppfinnelsen

- 15 Drivsystem med fire ledere, idet hver leder har en PMCF og et 2F-filter, og hvor 2F-filtrene er konfigurert på en slik måte at midtpunktet av 2F-filtrene i settet av ledere er forbundet med hverandre (fig 4)

Resultatet av simuleringen når det er noe spredning mellom lederene

- 20 Tabell 2 nedenfor angir resultatene fra simuleringene ved begrensede spredninger mellom likestrømslederene

Tabell 2

	Mulighet 1	Mulighet 2	Mulighet 3	Mulighet 4
25 Antall ledere	4	2	1	-
Antall PMCF'er og vekselrettere pr leder	1	2	4	-
Antall innflettede PMCF'er	4	4	4	-
Verdien av Uc-spredningen på Leder 1	10 %	10 %	0 %	-
Verdien av effektspredningen på Leder 1	10 %	10 %	0 %	-
Verdien av primærstrømmen IPE	Dårlig	Middels	God	-
30 Spekteret av primærstrømmen IPE	Fig 1A	Fig 2A	Fig 3A	-
Kurver for de fire sekundærstrømmer	Fig 1B	Fig 2B	Fig 3B	-

En sammenligning av nivåene av de harmoniske ved små spredninger som skyldes en feil i malingen av U_c eller i styringen av vekselretterene, viser at en ubalanse på i størrelsesorden 10 % av U_c og av effekten på en leder forårsaker

- en første familie spektrallinjer og 58 % økning i verdien av primærstrømmen IPE i tilfellet av fire separate ledere som hver har en PMCF,
- en andre familie spektrallinjer og 35 % økning i verdien av primærstrømmen IPE i tilfellet av to separate ledere som hver har to PMCF'er

Resultatene synes å kunne godtas for separate ledere, så sant kjøreledningsnett er perfekt. Dersom lokomotivet befinner seg fjernt fra en understasjon i kjøreledningsnett, blir imidlertid de harmoniske og IPE'en av strømriskoen betydelig degradert.

Resultatet av simuleringen når det er en betraktelig ubalanse mellom lederene

Tabell 3 nedenfor angir resultatene fra simuleringene ved en betraktelig forskjell mellom vekselretterene med hensyn til effekt.

Tabell 3

	Mulighet 1	Mulighet 2	Mulighet 3	Mulighet 4
Antall ledere	4	2	-	1
Antall PMCF'er og vekselrettere pr leder	1	2	-	4
Antall innflettede PMCF'er	4	4	-	4
Verdien av U_c -spredningen på Leder 1	0 %	0 %		0
Verdien av effektspredningen på Leder 1	100 %	50 %	-	0
Verdien av primærstrømmen IPE	Darlig	Middels	-	God
Spekteret av primærstrømmen IPE	Fig 1C	Fig 2C		Fig 4A
Kurver for de fire sekundærstrømmer	Fig 1D	Fig 2D	-	Fig 4B

Når forskjellen med hensyn til effekt er betraktelig mellom de separate ledere, kan de harmoniske og IPE ikke lenger sikres.

Med hensyn til mulighet 1 kan IPE bli fire ganger mer enn normalt dersom vekselretteren på leder 1 kutter ut (hypotetisk tilfelle). Med hensyn til mulighet 2 kan IPE bli det dobbelte av normalen dersom vekselretteren på leder 1 kutter ut. Denne type situasjon kan eventuelt opptre når effekten i hjelpeenheten forbundet med likestrømslederene er betraktelig. Muligheten 4 som er i henhold til oppfinnelsen og som kan betegnes

"effektkrets med separat/felles lederarrangement", oppviser en identisk ytelse med arrangementet med felles ledere

Fig 5 viser et elektrisk kretsskjema for en annen foretrukket utførelse av det elektriske drivsystem som har to ledere av delvis felles (kvasi-felles) type i henhold til oppfinnelsen Fig 5A - 5C viser det ekvivalente skjema for den elektriske krets vist i fig 5 i tilfellet av henholdsvis likestrøm, 2F-strøm, dvs strøm som går gjennom 2F-filtelet, og kortslutning pa den øvre leder

10 Den elektriske effektkrets i det elektriske drivsystem som har to ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen, har en forbindelse mellom de enkelte ledere via induktorer I henhold til den første foretrukne utførelse av den elektriske effektkrets i det elektriske drivsystem som har ledere av delvis felles type i henhold til oppfinnelsen, omfatter det elektriske drivsystem en forbindelse mellom 2F-filtrene (fig 4)

15

Fordelen ved denne første foretrukne utførelse av den elektriske effektkrets er at fordelene ved separate ledere sa vel som fordelene ved felles ledere beholdes uten at det ma legges til vesentlige mengder utstyr

20 I tilfellet av stabil drift av det elektriske drivsystem i henhold til oppfinnelsen, tillater forbindelsen mellom 2F-filtrene energi a passere mellom lederene, hvilket gjør like-spennningene, U_c , ensartede Derfor blir PMCF'enes strømmer gjort ensartede og fordelene ved et elektrisk drivsystem med felles ledere blir således bibeholdt

25 I tilfellet av en kortslutning av en likestrømsleder, passerer energiforsyningen fra de øvrige ledere gjennom 2F-induktorene, dvs induktorene innlemmet i 2F-filtrene eller som sørger for forbindelse disse til disse filtre Således blir fordelene ved et elektrisk drivsystem med separate ledere bibeholdt

30 Konklusjoner

I den hensikt a unnga overstrømmer i tilfellet av en kortslutning av likestrømslederen, forringer valget av en effektkrets med kontinuerlig adskilte ledere ytelsen med hensyn til de harmoniske og IPE'en pa grunn av spredningen av U_c -spennningene og belastningene På grunn av opptreden av harmoniske av lavere orden, blir imidlertid degraderingsrisikoen forverret i tilfellet av resonans i kjøreledningsnettet

35

Derfor foreslas det en effektrets betegnet effektrets med felles ledere pa grunnlag av effektrets kjent som effektrets med separate ledere, idet særtrekket ved denne effektrets er at 2F-kondensatorene, dvs kondensatorene innlemmet i 2F-filtrene eller som sørger for forbindelse disse til disse filtre, plasseres i fellesskap på alle lederene

5

Simuleringsresultatene viser at effektrets med delvis felles ledere (semi-fellesledere) i henhold til oppfinnelsen oppviser de samme harmoniske og den samme verdi av IPE som dem som oppvises med felleslederseffektrets i henhold til tidligere kjent teknikk, samtidig som fordelene ved effektrets med separate ledere i henhold til tidligere kjent

10 teknikk bibeholdes i den grad det angår transiente tilstander

PATENTKRAV

1 Drivsystem i spenningsmodus for et elektrisk drevet lokomotiv eller motorvogn, som
har effektforsyningsledere, hvorav i det minste noen har et filter av en type som fjerner
5 den elektriske effekts andre harmoniske (et såkalt 2F-filter),
karakterisert ved at midtpunktet for nevnte effektforsyningslederens 2F-filtre
er forbundet med hverandre

2 Drivsystem i spenningsmodus som angitt i krav 1, og hvor nevnte noen ledere
10 utgjør en første halvdel av effektforsyningslederene mens den annen halvdel av effekt-
forsyningslederene er forbundet i par med nevnte første halvdel av effektforsynings-
lederene

* * * * *

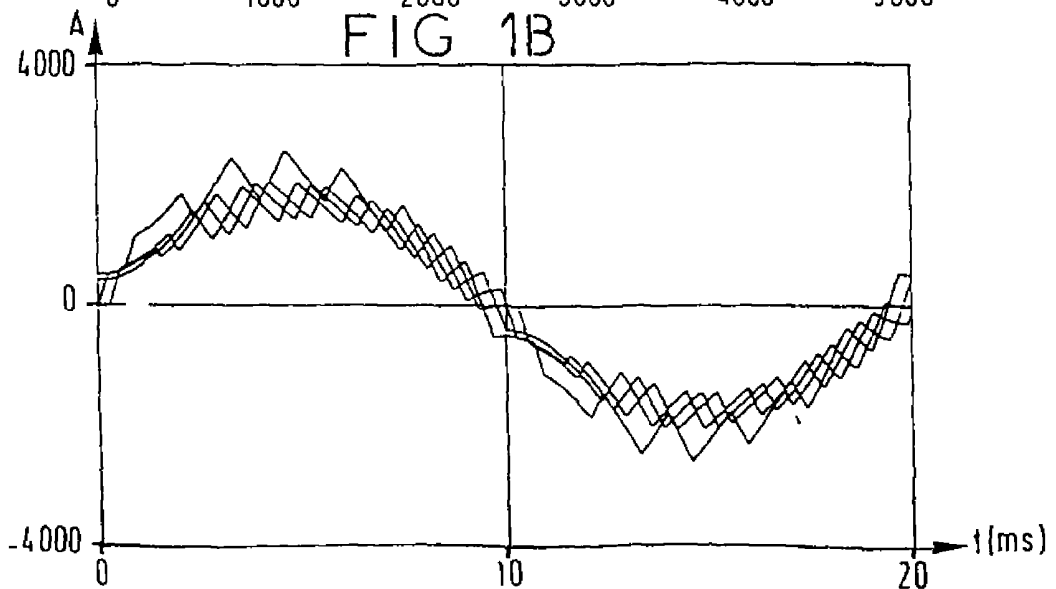
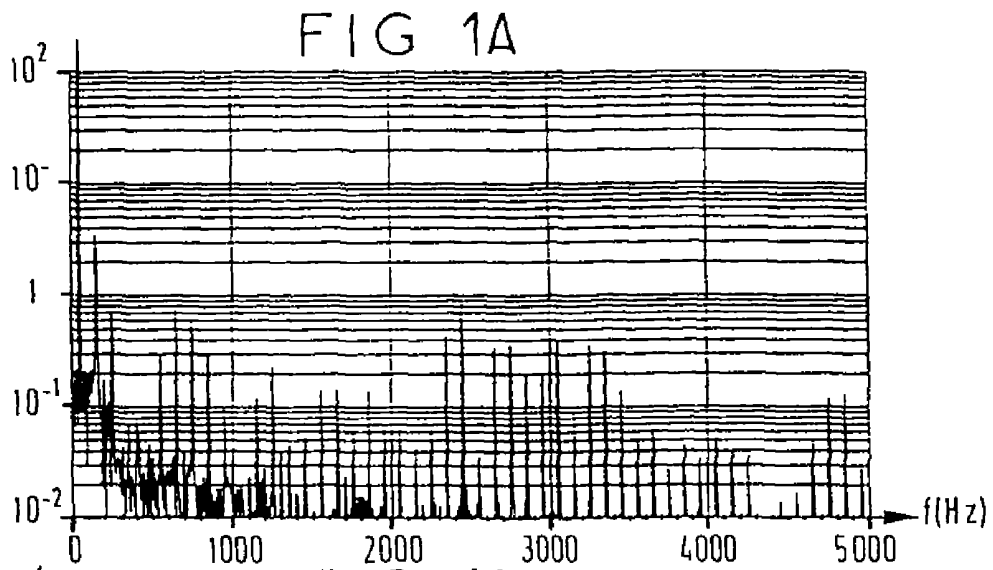
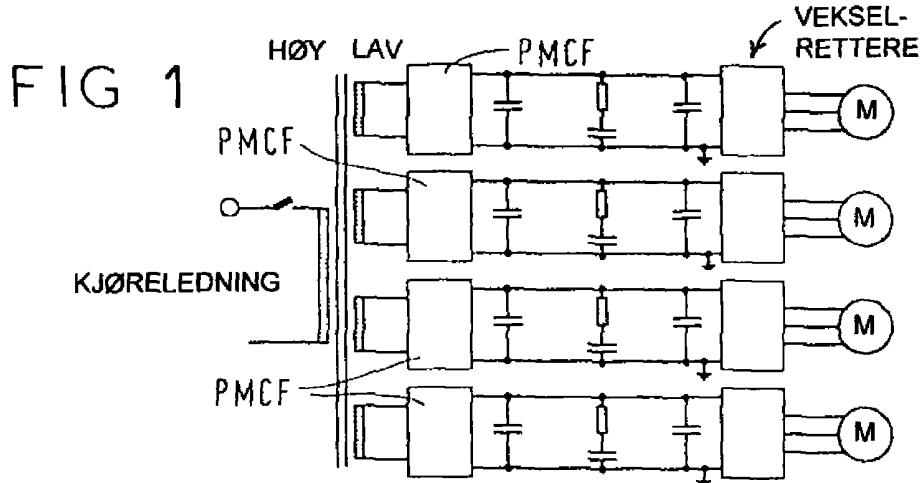


FIG 1C

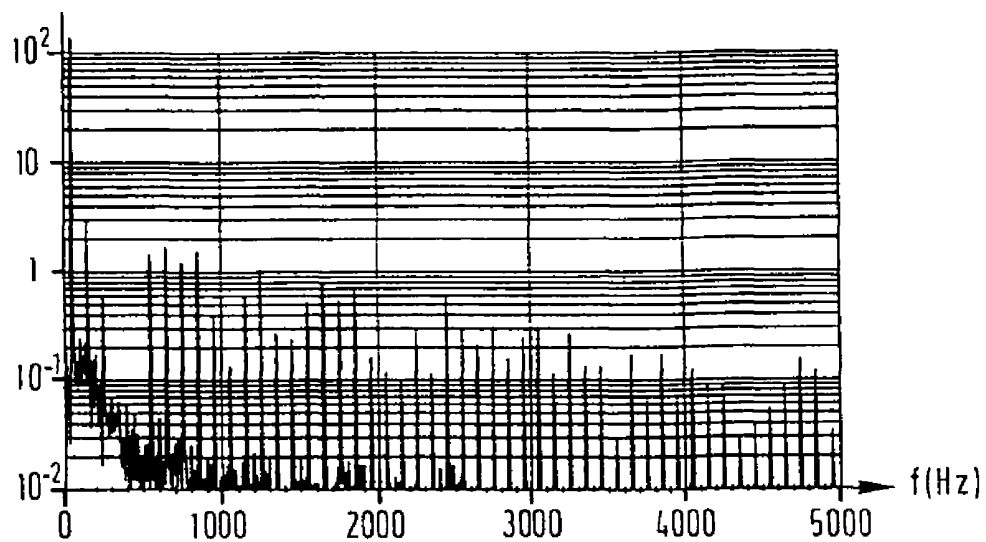
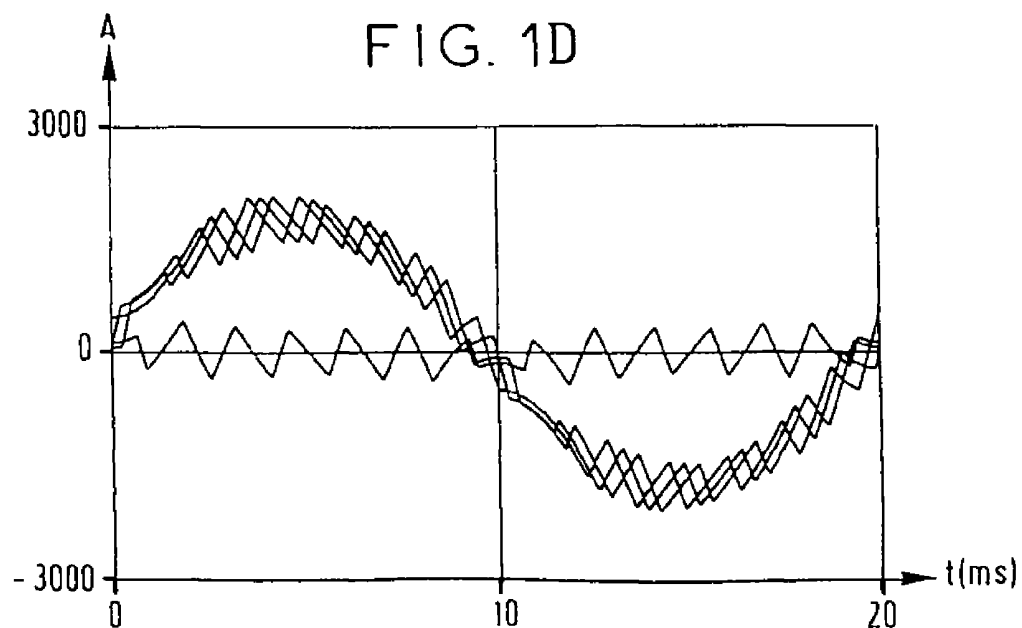


FIG. 1D



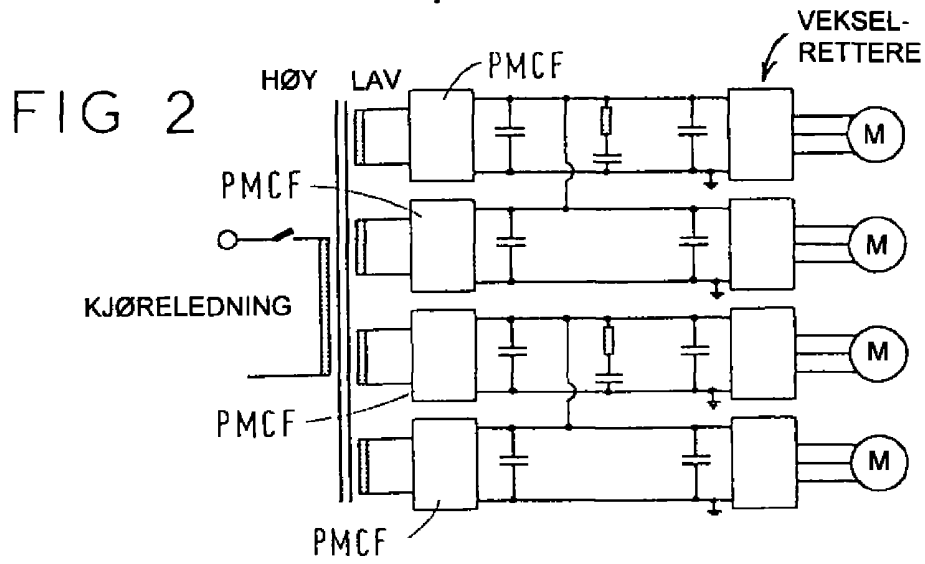


FIG 2A

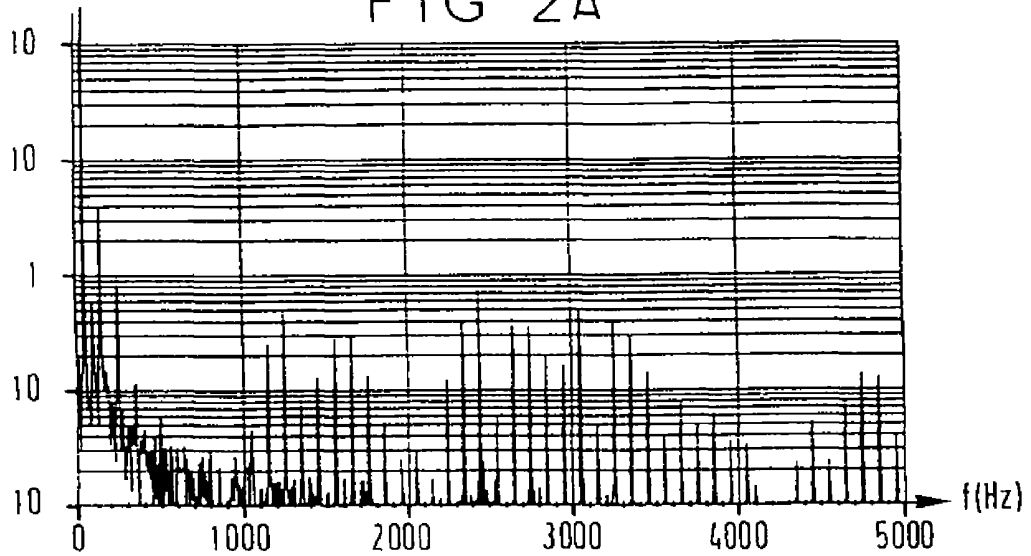


FIG 2B

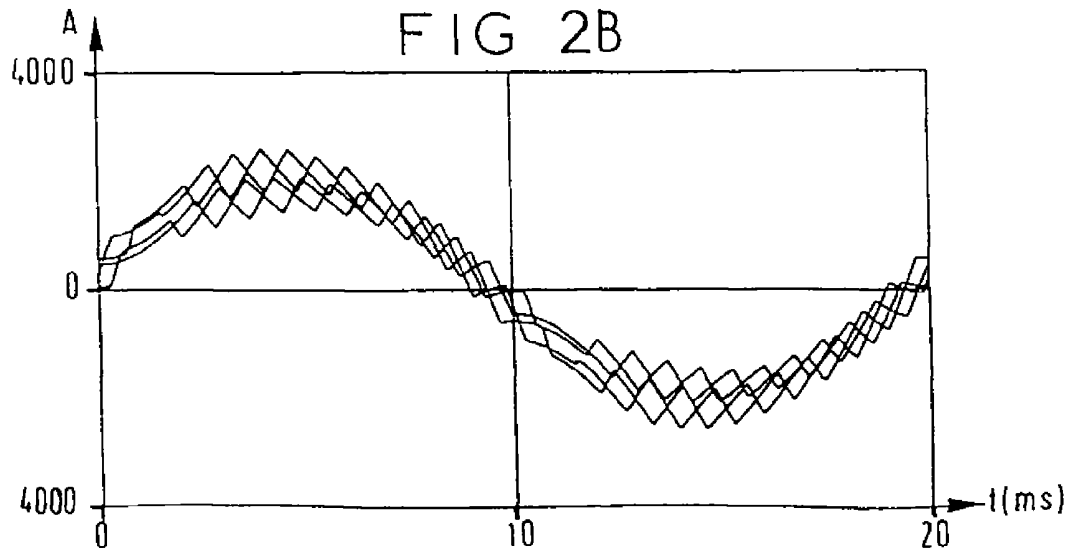


FIG. 2C

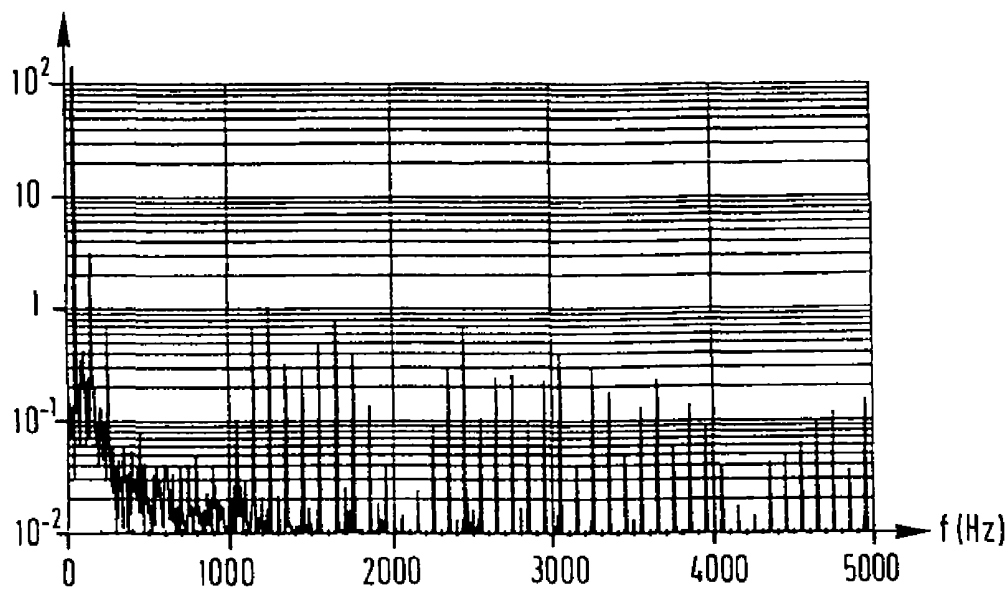
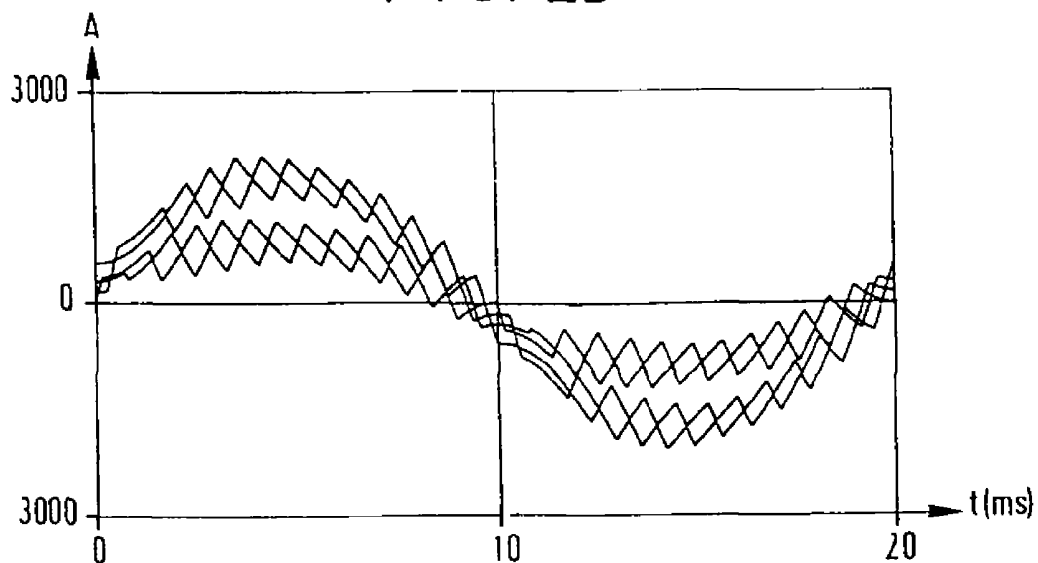


FIG. 2D



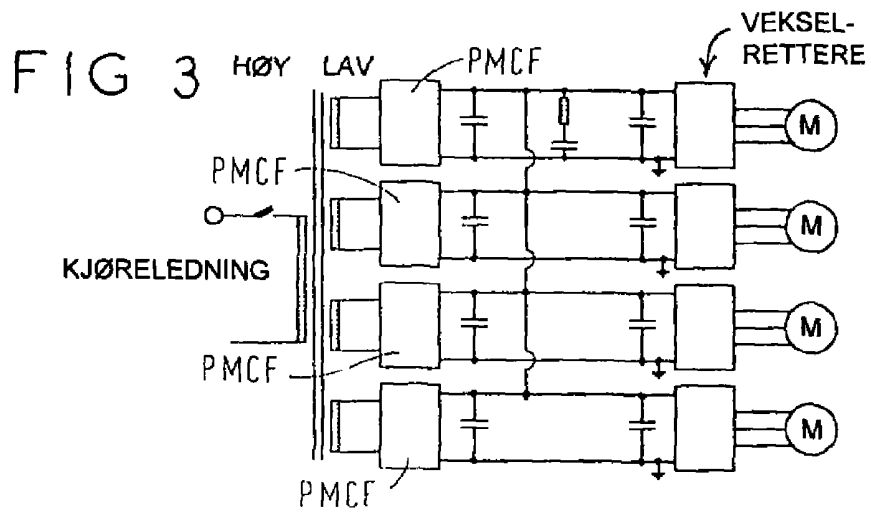


FIG 3A

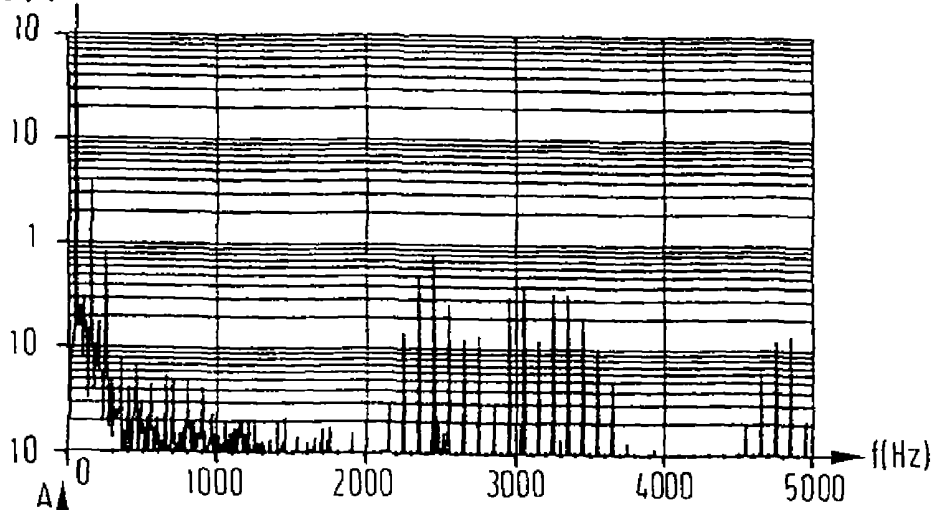


FIG.3B

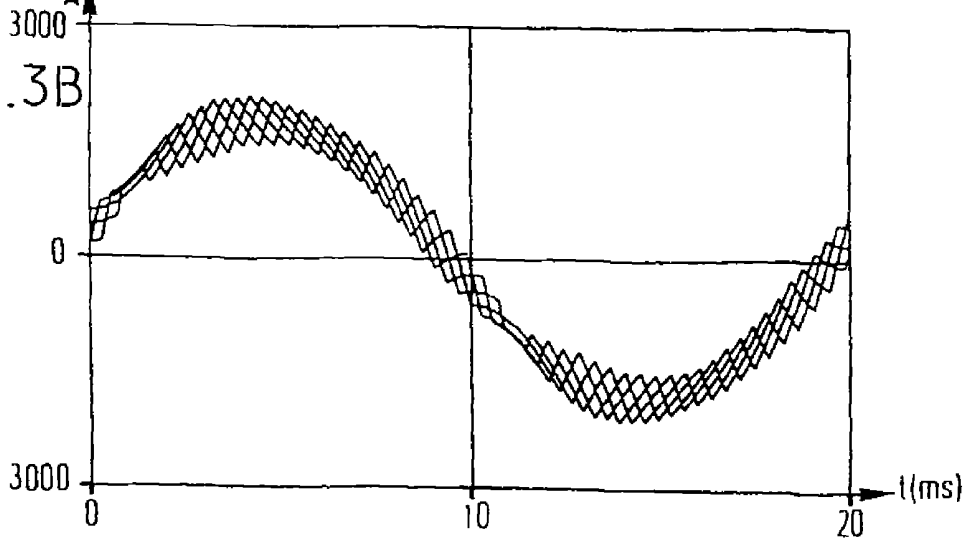


FIG 4

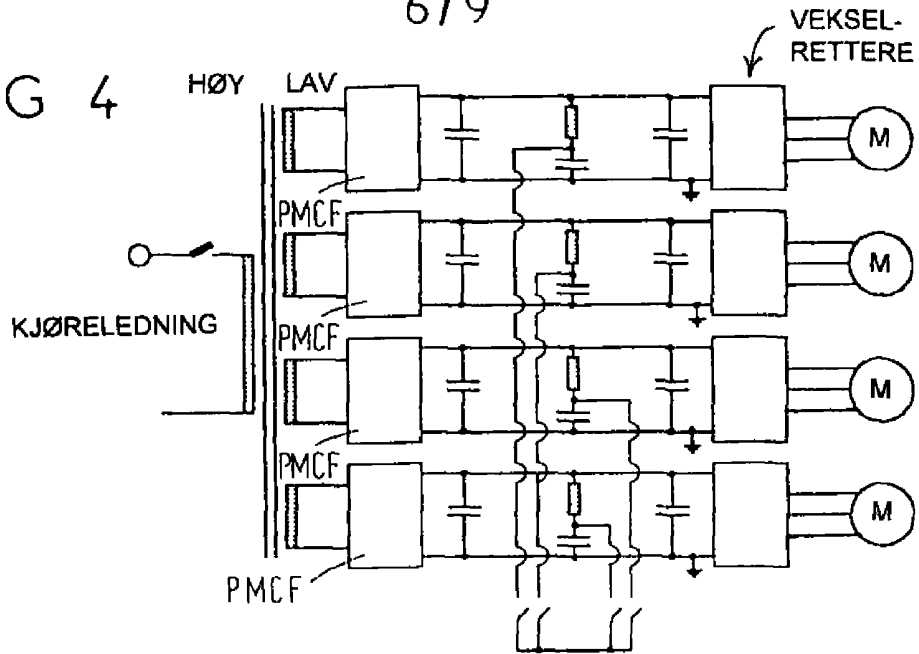


FIG 4A

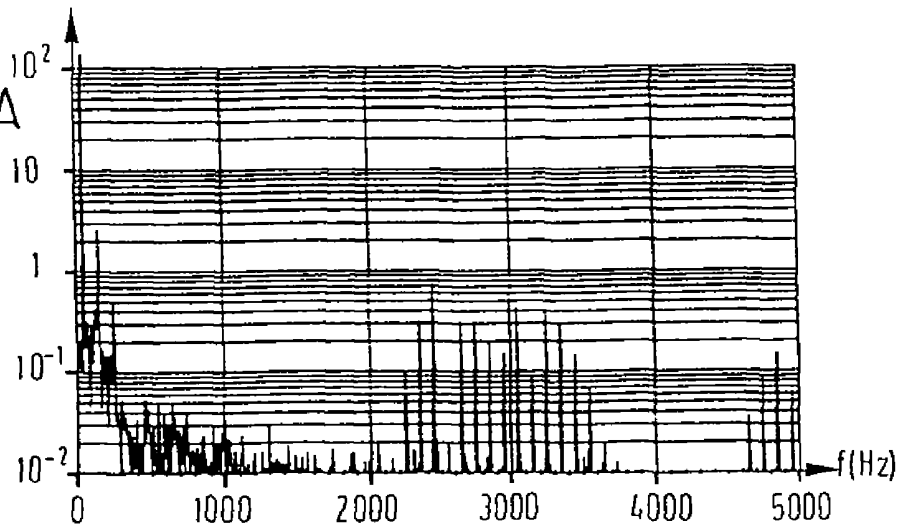
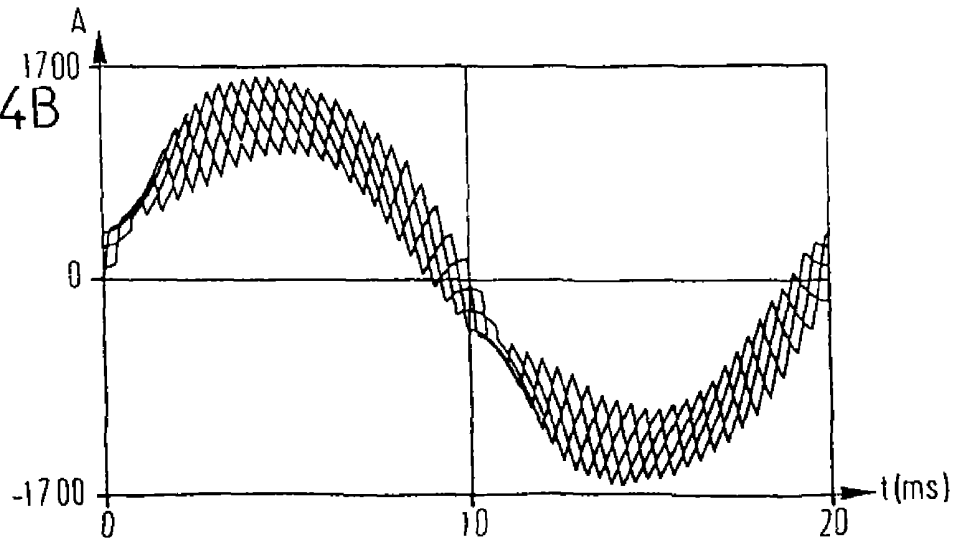


FIG 4B



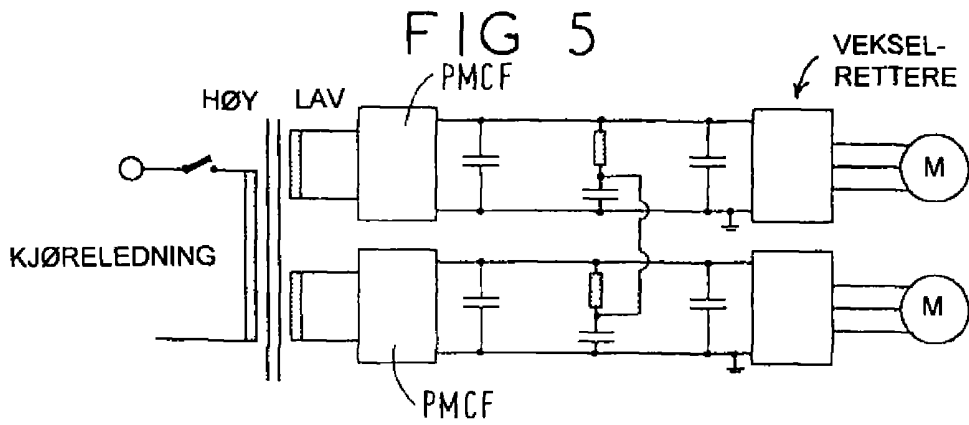


FIG 5A

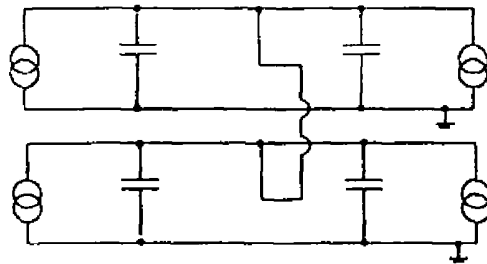


FIG 5B

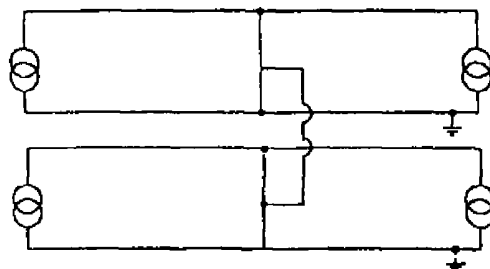


FIG. 5C

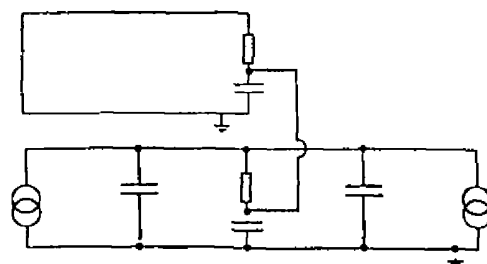


FIG 6

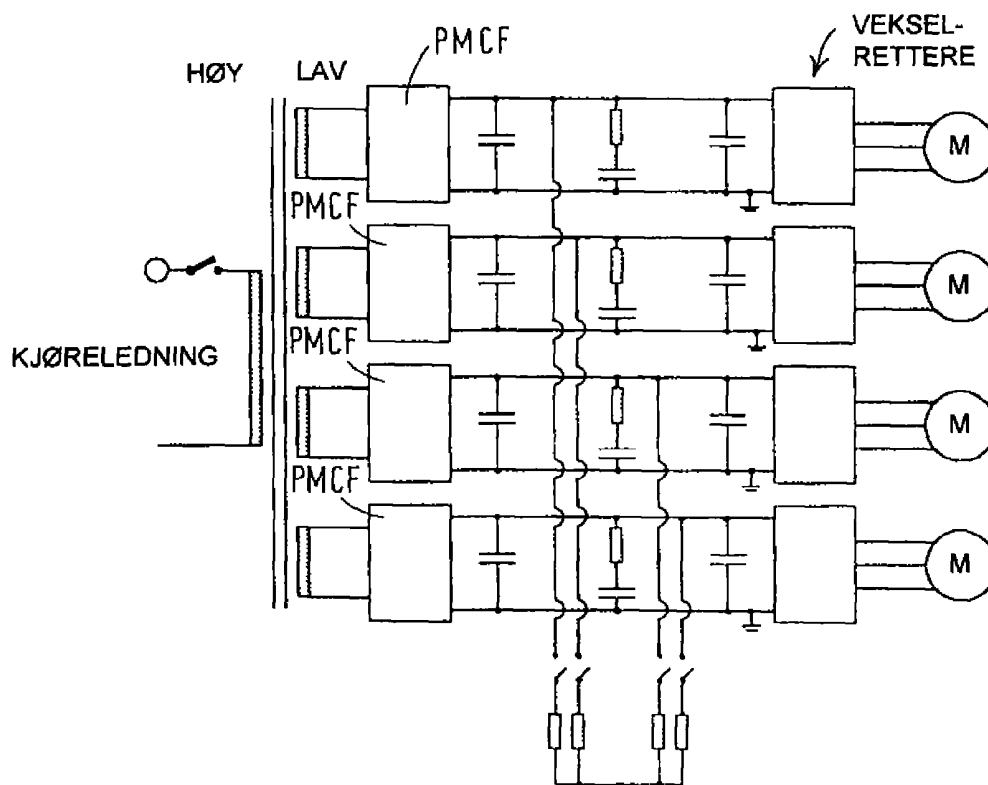


FIG 7

