

(19)



Octrooiraad
Nederland

(11)

Publikatienummer: **9201428**

(12) A TERINZAGELEGGING

(21) Aanvraagnummer: **9201428**

(51)

Int.Cl.⁵:
H02M 3/156

(22) Indieningsdatum: **10.08.92**

(43)

Ter inzage gelegd:
01.12.92 I.E. 94/05

(71)

Aanvrager(s):
Philips Electronics N.V. te Eindhoven

(72)

Uitvinder(s):
Antonius Adrianus Maria Marinus te Eindhoven

(74)

Gemachtigde:
**Ir. J.E.M. Galama c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven**

(54)

Voedingsschakeling en stuurschakeling voor toepassing in een voedingsschakeling

(57)

Een voedingsschakeling voor het opwekken van een gestabiliseerde voedingsspanning bevat meestal een serie-schakeling van een primaire wikkeling van een transformator en een schakelaar. De schakelaar wordt gestuurd met een stuurschakeling die op een ingang een aan de uitgangsspanning van de voedingsschakeling gerelateerd signaal ontvangt. De stuurschakeling bepaalt de duty-cycle van de schakelaar. Afhankelijk van het door de, op de uitgang van de voedingsschakeling aangesloten, belasting gevraagde vermogen wordt de duty-cycle vergroot dan wel verkleind. De duty-cycle heeft een bepaalde minimale waarde veroorzaakt door de traagheid van de schakelaar bij het in- en uitschakelen. Onder andere bij het werken van de voedingsschakeling in een apparaat met een stand-by mode kan de minimale duty-cycle bereikt worden. De voedingsschakeling volgens de uitvinding bepaalt aan de hand van het aan de belasting af te geven vermogen en/of aan hand van de duty-cycle het moment waarop de frequentie van het door de stuurschakeling op te wekken stuursignaal wordt omgeschakeld naar een andere vaste frequentie.

NL A 9201428

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

Voedingsschakeling en stuurschakeling voor toepassing in een voedingsschakeling.

De uitvinding heeft betrekking op een voedingsschakeling voorzien van ingangsklemmen voor het ontvangen van een ingangsspanning en uitgangsklemmen voor het afgeven van een uitgangsspanning, bevattende parallel gekoppeld aan de ingangsklemmen van de voedingsschakeling een serieschakeling van een primaire
 5 wikkeling van een transformator en een schakelaar, een secundaire wikkeling van de transformator gekoppeld met de uitgangsklemmen van de voedingsschakeling en een stuurschakeling met een ingang gekoppeld met de uitgangsklemmen van de voedingsschakeling en met een uitgang voor het aan de schakelaar afgeven van een stuursignaal, welke stuurschakeling een oscillatorschakeling bevat voor het genereren
 10 van een pulsbreedte gemoduleerd stuursignaal met een vooraf bepaalde frequentie.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een stuurschakeling voor toepassing in een dergelijke voedingsschakeling.

15 Een dergelijke voedingsschakeling is bekend uit het Duitse octrooischrift DE-C-3444035.

Om te zorgen dat een uitgangsspanning onafhankelijk van belastingsvariaties niet verandert wordt algemeen pulsbreedte modulatie (PWM) of ook wel genoemd duty cycle regeling toegepast. Een nadeel van pulsbreedte modulatie (duty
 20 cycle regeling) is dat de breedte van de puls een minimum heeft. Als de belasting afneemt, wordt om de uitgangsspanning gelijk te houden de breedte van de puls verminderd. Aangezien de puls aan een stuu-elektrode van bijvoorbeeld een, als schakelaar werkende, transistor wordt toegevoerd zal op het moment dat de puls begint het enige tijd duren voordat de schakelaar in geleiding gaat. Tevens zal aan het einde
 25 van de puls het enige tijd duren voordat de schakelaar uit geleiding gaat. Verder zal bij een bepaalde pulsbreedte de schakelaar een bepaalde minimale tijd in geleiding zijn, een

verdere vermindering van de pulsbreedte heeft geen invloed op de geleidingstijd van de schakelaar. Totdat de breedte van de puls zo smal wordt dat de schakelaar helemaal niet meer in geleiding gaat.

- Vooraf apparaten zoals televisie ontvangers etc. staan voor het overgrote
- 5 deel van de tijd in een zogenoemde stand-by toestand. In die tijd is dan maar een klein gedeelte van het apparaat van voeding voorzien, onder andere bijvoorbeeld het ontvangstgedeelte van de afstandsbediening. Er wordt algemeen naar gestreefd om er voor te zorgen dat de apparaten in de stand-by toestand zo weinig mogelijk energie verbruiken. Door dit streven wordt bij gebruik van pulsbreedte modulatie de breedte
- 10 van de puls in de stand-by toestand steeds smaller waardoor de bovengenoemde problemen ontstaan, dan wel verergeren. Ook bij toepassingen waarbij een (net-gevoed) apparaat tijdens een bepaald gedeelte van de tijd weinig vermogen vraagt (hoeft niet de bovengenoemde stand-by mode te zijn) doen zich de bovengenoemde problemen voor. In het bovengenoemde Duitse octrooischrift wordt dit probleem opgelost door, na
- 15 detectie dat de belasting onder een bepaalde waarde ligt, over te schakelen van puls breedte modulatie naar een puls pakket regeling. De puls pakket regeling houdt in dat achtereenvolgens een aantal pulsen op gelijke afstanden en met een vaste breedte (breder dan de minimale breedte) aan de schakelaar worden toegevoerd, waarna er een bepaalde tijd geen pulsen worden gegenereerd. Het aantal pulsen is afhankelijk van de belasting.
- 20 Een nadeel van de bekende regeling is dat de spanning opgewekt met de schakelaar en een gebruikelijke (primaire wikkeling van een) transformator (of doorgewikkelde spoel) voordat die geschikt is voor toevoering aan een belasting nog uitgebreid gefilterd moet worden omdat de opgewekte spanning een grote variatie (rimpel) vertoont.

- Een verder nadeel van deze bekende regeling is dat het zogenoemde
- 25 hoorbare transformator geluid optreedt. Dit is een trilling van de kern (onder andere veroorzaakt door de luchtspleet) en van de draden van de wikkelingen van de transformator ten opzichte van elkaar, die in de transformator optreedt ten gevolge van een laagfrequent wisselend magnetisch veld.

30

Het doel van de uitvinding is ondermeer om een voedingsschakeling en een stuurschakeling te verschaffen die de bovengenoemde nadelen niet heeft. Daartoe

vertoont een voedingsschakeling volgens de uitvinding het kenmerk dat de stuurschakeling is ingericht voor het op de ingang ontvangen van een terugkoppelsignaal van het door de voedingsschakeling op de uitgangsklemmen te leveren vermogen en is ingericht voor het op een verdere ingang ontvangen van een extern in te stellen signaal, 5 welke stuurschakeling tevens omschakelmiddelen bevat voor het omschakelen van een oscillator van de oscillatorschakeling van de vooraf bepaalde frequentie naar een andere vaste frequentie in afhankelijkheid van het extern in te stellen signaal en het terugkoppelsignaal.

Het omschakelen van de frequentie bij het detecteren dat de op de 10 voedingsschakeling aangesloten belasting een vermogen vraagt dat ligt onder de extern ingestelde waarde heeft het voordeel dat de duty-cycle van de schakelaar een zodanige waarde behoudt dat deze duty-cycle boven de minimale waarde blijft. Verder werkt de voedingsschakeling door het toepassen van de frequentie omschakeling effectiever doordat bij het afnemen van het door de belasting gevraagde vermogen, en dus bij een 15 kleinere duty-cycle, de verliezen in de verschillende elementen van de voedingsschakeling relatief steeds groter worden. door de frequentie om te schakelen wordt de schakelaar voor langere tijden achter elkaar aangezet maar met een lagere frequentie.

Bijvoorbeeld kunnen de twee frequenties van de oscillatorschakeling een 20 factor twee verschillen.

Een uitvoeringsvoorbeeld van een voedingsschakeling volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de stuurschakeling middelen bevat voor het aan de hand van een door de schakelaar in bedrijf vloeiende stroom detecteren van het omschakelmoment naar de andere vaste frequentie.

25 Door de serieschakeling van de primaire wikkeling van de transformator en de schakelaar vloeit er in bedrijf een zaagtandvormige stroom. Hoe minder vermogen de belasting vraagt hoe kleiner de piekwaarde van de door de schakelaar vloeiende stroom zal zijn. dit is dus een maat voor het bepalen van het omschakelmoment van de frequentie.

30 Een verder uitvoeringsvoorbeeld van een voedingsschakeling volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de middelen een verschilversterker bevatten voor het versterken van het verschil tussen het terugkoppelsignaal en een referentiesignaal,

waarbij een uitgang van de verschilversterker gekoppeld is met de omschakelmiddelen.

Een ander uitvoeringsvoorbeeld van een voedingsschakeling volgens de uitvinding heeft het kenmerk dat de stuurschakeling middelen bevat voor het aan de hand van de bepaalde duty cycle detecteren van het omschakelmoment naar de andere
5 vaste frequentie, welke middelen een extra wikkeling op de transformator en een duty-cycle-detectie-schakeling bevatten voor het detecteren van de duty cycle en voor het afgeven van een omschakelsignaal aan de oscillatorschakeling.

De stuurschakeling kan uitgevoerd worden als een geïntegreerde schakeling en is tevens toepasbaar in andere voedingsschakelingen.

10

Deze en andere aspecten van de uitvinding zullen verduidelijkt worden aan de hand van de hierna te beschrijven uitvoeringsvoorbeelden, waarin :

15

Figuur 1 een algemeen schema van een voedingsschakeling toont,
Figuur 2 een eerste uitvoeringsvoorbeeld van een stuurschakeling voor toepassing in de voedingsschakeling volgens de uitvinding toont, en

Figuur 3 een tweede uitvoeringsvoorbeeld van een stuurschakeling voor
20 toepassing in een voedingsschakeling volgens de uitvinding toont.

Figuur 1 toont een voedingsschakeling V welke op ingangsklemmen 1 en 2 eeningangswisselspanning V_{in} ontvangt (bijvoorbeeld de spanning van het lichtnet).
25 De ingangsklemmen zijn verbonden met een gelijkrichter 3 voor het dubbelzijdig gelijkrichten van de ingangswisselspanning. Over uitgangen van de gelijkrichter is een buffercondensator 5 aangesloten. Parallel aan deze condensator staat een serieschakeling van een primaire wikkeling 7 van een transformator T en een, als schakelaar werkende, transistor 9 (in dit uitvoeringsvoorbeeld getekend als een npn-transistor, echter een FET
30 is tevens mogelijk; de keuze van het type transistor/schakelaar wordt bepaald door specifieke ontwerpeisen en is de vakman bekend).

Een secundaire wikkeling 11 van de transformator is verbonden met een

serieschakeling van een diode 13 en een condensator 15. Over de condensator 15 geeft de voedingsschakeling V een uitgangsspanning V_{out} af over uitgangsklemmen 17 en 18. Over de uitgangsklemmen is een belasting R_b aangesloten (weergegeven als een weerstand). Deze belasting kan bijvoorbeeld allerlei onderdelen van een weergeefinrichting, radio, cd-speler maar ook bijvoorbeeld een lamp zijn.

De voedingsschakeling V bevat verder een detectieschakeling 19 voor het detecteren van de door de voedingsschakeling te leveren energie. De detectieschakeling geeft een signaal V_{fb} af aan een stuurschakeling 21 die afhankelijk van de door de detectieschakeling bepaalde belasting (gevraagde vermogen) de geleidingstijd van de transistor 9 regelt. De detectieschakeling kan bijvoorbeeld een verschilversterker en een opto-coupler bevatten voor het handhaven van een galvanische scheiding tussen de belasting (R_b) en de ingangszijde van de voedingsschakeling. De stuurschakeling 21 bevat tevens een tweede ingang voor het ontvangen van een vooraf bepaald minimaal vermogen P_{set} (aan de hand van figuur 2 en 3 zal de stuurschakeling 21 nader worden toegelicht).

Een dergelijke voedingsschakeling wordt, zoals boven al vermeld, bijvoorbeeld toegepast in een weergeefinrichting. Tegenwoordig zijn de meeste weergeefinrichtingen voorzien van een zogenaamde stand-by mode, waarbij de weergeefinrichting uit staat terwijl de weergeefinrichting met bijvoorbeeld een afstandsbediening aan gezet kan worden. Tijdens deze stand-by mode is de belasting veel lager dan tijdens normaal gebruik (onder andere de beeldbuis is tijdens de stand-by mode niet van de (voor weergave) noodzakelijke hoogspanning voorzien). De stuurschakeling 21 zal dan ook tijdens de stand-by mode de transistor (schakelaar) 9 met een veel kleinere duty cycle aansturen (een lagere belasting houdt in dat minder vermogen wordt gevraagd).

Als de belasting afneemt, wordt om de uitgangsspanning gelijk te houden de breedte van de puls verminderd. Aangezien de puls aan een stuur elektrode van bijvoorbeeld een, als schakelaar werkende, transistor wordt toegevoerd zal op het moment dat de puls begint het enige tijd duren voordat de schakelaar geleidt (veroorzaakt door de traagheid van de transistor). Tevens zal aan het einde van de puls het enige tijd duren voordat de schakelaar uit geleiding gaat. Verder zal bij een bepaalde pulsbreedte de schakelaar een bepaalde minimale tijd in geleiding zijn, een

verdere vermindering van de pulsbreedte heeft geen invloed op de geleidingstijd van de schakelaar. Totdat de breedte van de puls zo smal wordt dat de schakelaar helemaal niet meer in geleiding gaat.

Vooraf apparaten zoals televisie ontvangers etc. staan voor het overgrote
5 deel van de tijd in een zogenoemde stand-by toestand. In die tijd is dan maar een klein gedeelte van het apparaat van voeding voorzien, onder andere bijvoorbeeld het ontvangstgedeelte van de afstandsbediening. Er wordt algemeen naar gestreefd om er voor te zorgen dat de apparaten in de stand-by toestand zo weinig mogelijk energie verbruiken. Door dit streven wordt bij gebruik van pulsbreedte modulatie de breedte
10 van de puls in de stand-by toestand steeds smaller waardoor de bovengenoemde problemen ontstaan, dan wel verergeren.

Een tweede probleem dat zich voordoet bij het afnemen van de belasting (bijvoorbeeld tijdens de stand-by mode) is dat de voedingsschakeling bij lage belastingen minder effectief wordt. Dit houdt in dat er relatief meer vermogen verloren gaat
15 (gedissipeerd wordt in de verschillende elementen van de voedingsschakeling) en dus relatief steeds minder vermogen beschikbaar is voor de belasting.

In figuur 2a is een eerste uitvoeringsvoorbeeld van de stuurschakeling 21 weergegeven.

20 De stuurschakeling ontvangt het signaal V_{fb} van de detectieschakeling 19 en geeft dit af aan een eerste ingang van een verschilversterker 23. Op een tweede ingang ontvangt de verschilversterker een referentiespanning V_{ref} . Deze referentiespanning is de spanning zoals die over de uitgangen 17, 18 (zie figuur 1) van de voedingsschakeling V ingesteld wordt (of een gedeelte daarvan als V_{fb} via
25 bijvoorbeeld een weerstandsdeling ook een gedeelte van de uitgangsspanning is. De verschilversterker geeft op een uitgang het versterkte verschil af als een spanning V_{er} . De spanning V_{er} wordt afgegeven aan een ingang van een comparator 25. Op een tweede ingang ontvangt de comparator een signaal I_s dat een maat is voor de door de schakelaar 9' (in dit voorbeeld getekend als een FET) vloeiende stroom (gemeten over
30 een meetweerstand R_m).

Een uitgang van de comparator 25 is verbonden met een reset-ingang R van een FlipFlop 27. Op een set-ingang S ontvangt de FlipFlop een signaal V_{osc} ,

afkomstig van een oscillator-schakeling 29. In figuur 2c zijn in de tijd de verschillende signalen weergegeven. Op tijdstip t_0 heeft het signaal V_{osc} een (digitaal) hoge waarde. Dit heeft tot gevolg dat een uitgang Q van de FlipFlop 27 digitaal hoog wordt, en dus de uitgang Q' (NIET-Q) laag. De uitgang Q' van de FlipFlop is verbonden met een
 5 inverterende versterker 31, welke versterker via een uitgangsweerstand 33 met een spanning V_{out} de schakelaar 9' aanstuurt. De stroom door de schakelaar en door de meetweerstand R_m neemt zaagtandvormig toe. Dit geeft op de tweede ingang van de comparator 25 een zaagtandvormig signaal I_s . De spanning V_{er} heeft een bepaalde dc waarde. Op het moment (tijdstip t_1 in figuur 2c) dat het signaal I_s deze waarde bereikt,
 10 verandert de uitgang van de comparator van waarde en geeft daarmee een reset-sig-naal (R, zie figuur 2c) af aan de FlipFlop. Hierdoor wordt de uitgang Q van de FlipFlop laag en de uitgang Q' hoog, waardoor het uitgangssignaal V_{out} van de stuurschakeling 21 laag wordt. Op tijdstip t_2 begint deze cyclus weer van voor af aan.

De stuurschakeling bevat in dit uitvoeringsvoorbeeld ook nog een stand-by-schakeling 35 die op een eerste ingang het signaal V_{er} ontvangt. Op een tweede
 15 ingang ontvangt de stand-by-schakeling een signaal P_{set} , welk signaal bepaalt bij welk door de belasting opgenomen vermogen de oscillatorschakeling 29 om moet schakelen. Indien het door de belasting opgenomen vermogen afneemt, neemt het uitgangssignaal V_{er} van de verschilversterker 23 af. De stand-by-schakeling 35 bepaalt aan de hand van
 20 het signaal V_{er} (dat dus een maat is voor het opgenomen vermogen) en aan de hand van het signaal P_{set} wanneer de frequentie van de oscillatorschakeling 29 omgeschakeld moet worden. De frequentie van de oscillator wordt dus omgeschakeld bij een bepaald minimum vermogen (P_{set}). Het opgenomen vermogen wordt bepaald aan de hand van het signaal V_{er} (wat overeenkomt met een minimale piekstroom door de schakelaar). De
 25 frequentie van de oscillatorschakeling wordt bij een afnemend vermogen verlaagd om te zorgen dat de schakelaar (9, 9') een langere tijd achter elkaar aan is (maar met een lagere herhalingsfrequentie) en om te zorgen dat de voedingsschakeling effectiever gebruikt wordt. In figuur 2c is in de grafiek voor de stroom I_s met V_{er} -stby weergegeven de waarde van de uitgang van de verschilversterker 23 bij een laag
 30 opgenomen vermogen (bijvoorbeeld tijdens stand-by).

In figuur 2b is uitgezet verticaal het vermogen P en het omschakelpunt P_{set} en horizontaal de stroom I, en met F_h is de hoge frequentie en met F_l de lage

frequentie weergegeven (bijvoorbeeld $F_h = 2 \cdot F_l$). Met pijlen is het verloop aangegeven bij een afnemend door de belasting opgenomen vermogen. Bij een toenemend opgenomen vermogen wordt de grafiek (figuur 2b) in tegengestelde richting doorlopen. De naam stand-by-schakeling 35 doet vermoeden dat het apparaat waarin deze
5 voedingsschakeling/stuurschakeling wordt gebruikt een stand-by mode heeft. Echter of het apparaat een stand-by mode heeft is voor de uitvinding en voor deze voedingsschakeling niet van belang.

In figuur 3a wordt een tweede uitvoeringsvoorbeeld van een stuurschakeling 21 voor toepassing in een voedingsschakeling V (zie figuur 1) getoond.
10 Elementen met dezelfde verwijzingscijfers als in figuur 1 en/of 2 hebben een overeenkomstige werking.

De stuurschakeling ontvangt ook in dit uitvoeringsvoorbeeld het signaal Vfb van de detectieschakeling 19 (zie figuur 1). Het signaal Vfb wordt toegevoerd aan een ingang van de verschilversterker 23 die op een tweede ingang weer het
15 referentiesignaal Vref ontvangt. de verschilversterker geeft weer het signaal Ver af aan een ingang van de comparator 25. De comparator ontvangt op een tweede ingang weer het signaal Is (dat een maat is voor de stroom door de schakelaar 9'). Het uitgangssignaal van de comparator dient weer als reset-sig-naal R voor de FlipFlop 27. En het uitgangssignaal Vosc van de oscillatorschakeling 29 dient weer als set-sig-naal S
20 voor de FlipFlop. Ook nu geeft de FlipFlop het signaal Q' (NIET-Q) af aan de inverterende versterker 31 waarvan de uitgang weer via de uitgangsweerstand 33 het uitgangssignaal Vout als stuursignaal aan de schakelaar afgeeft.

Om te bepalen wanneer de frequentie van de oscillator van de oscillatorschakeling 29 omgeschakeld moet worden, wordt nu niet het signaal Ver
25 gebruikt maar wordt een extra wikkeling 37 op de transformator T gebruikt. Deze extra wikkeling is verbonden met een duty-cycle-detectieschakeling 39 voor het bepalen van de duty-cycle van de schakelaar 9' en voor het aan de hand van het signaal Pset bepalen van het omschakelmoment van de oscillatorschakeling 29. De duty-cycle-detectieschakeling bepaalt aan de hand van de duty-cycle en het ingangssignaal Pset het
30 omschakelmoment. In figuur 3b is dit schematisch weergegeven. bij een afnemend vermogen (in de richting van de pijlen) bereikt de duty-cycle D op een gegeven moment de waarde Dmin waarbij deze waarde overeenkomt met een door de belasting

opgenomen vermogen van P_{set} . De duty-cycle-detectieschakeling 39 geeft dan een signaal af aan de oscillatorschakeling 29 waarop de frequentie van F_h verlaagd wordt naar F_l (bijvoorbeeld gehalveerd). Bij een door de belasting toenemend opgenomen vermogen wordt de figuur 3b in tegengestelde richting doorlopen.

Conclusies:

1. Voedingsschakeling (V) voorzien van ingangsklemmen (1,2) voor het ontvangen van een ingangsspanning (V_{in}) en uitgangsklemmen (17,18) voor het afgeven van een uitgangsspanning (V_{out}), bevattende parallel gekoppeld aan de ingangsklemmen van de voedingsschakeling een serieschakeling van een primaire wikkeling (7) van een transformator (T) en een schakelaar (9,9'), een secundaire wikkeling (11) van de transformator gekoppeld met de uitgangsklemmen van de voedingsschakeling en een stuurschakeling (21) met een ingang gekoppeld met de uitgangsklemmen van de voedingsschakeling en met een uitgang voor het aan de schakelaar afgeven van een stuursignaal, welke stuurschakeling een oscillatorschakeling (29) bevat voor het genereren van een pulsbreedte gemoduleerd stuursignaal met een vooraf bepaalde frequentie,
met het kenmerk, dat
de stuurschakeling is ingericht voor het op de ingang ontvangen van een terugkoppelsignaal (V_{fb}) van het door de voedingsschakeling op de uitgangsklemmen te leveren vermogen en is ingericht voor het op een verdere ingang ontvangen van een extern in te stellen signaal (P_{set}), welke stuurschakeling tevens omschakelmiddelen (35) bevat voor het omschakelen van een oscillator van de oscillatorschakeling van de vooraf bepaalde frequentie naar een andere vaste frequentie in afhankelijkheid van het extern in te stellen signaal en het terugkoppelsignaal.
2. Voedingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stuurschakeling middelen bevat voor het aan de hand van een door de schakelaar in bedrijf vloeiende stroom detecteren van het omschakelmoment naar de andere vaste frequentie.
3. Voedingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de middelen een verschilversterker bevatten voor het versterken van het verschil tussen het terugkoppelsignaal en een referentiesignaal, waarbij een uitgang van de verschilversterker gekoppeld is met de omschakelmiddelen.
4. Voedingsschakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stuurschakeling middelen bevat voor het aan de hand van de bepaalde duty cycle detecteren van het omschakelmoment naar de andere vaste frequentie.
5. Voedingsschakeling volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de

middelen een extra wikkeling op de transformator en een duty-cycle-detectie-schakeling bevatten voor het detecteren van de duty cycle en voor het afgeven van een omschakelsignaal aan de oscillatorschakeling.

6. Stuurschakeling voor toepassing in een voedingsschakeling volgens een
- 5 der voorgaande conclusies.

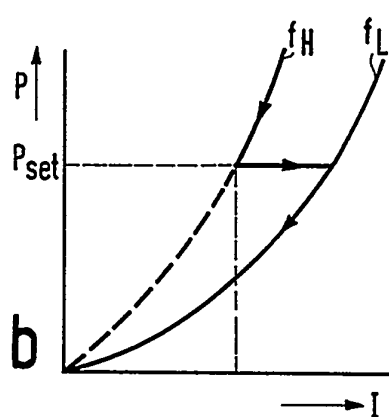
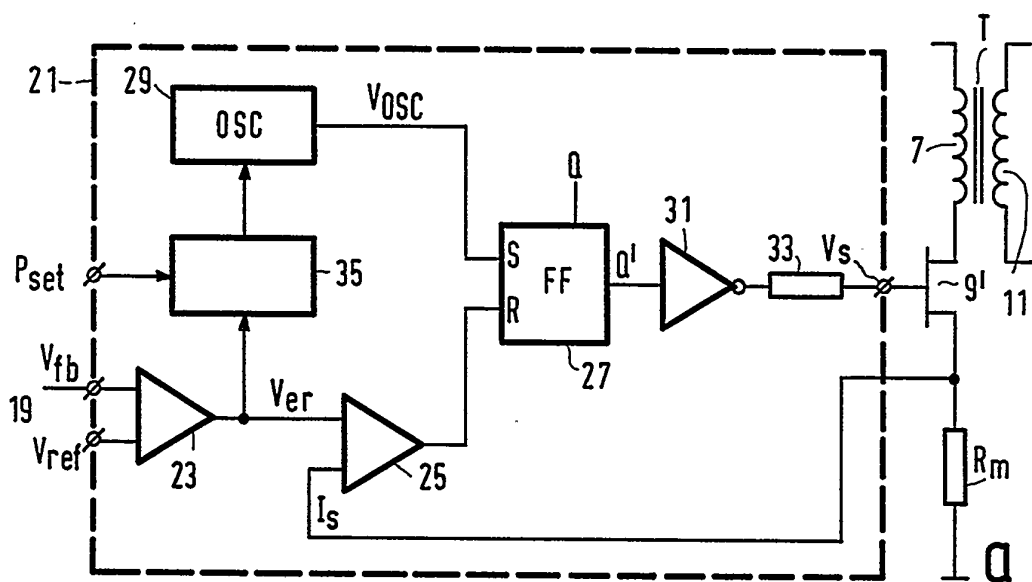
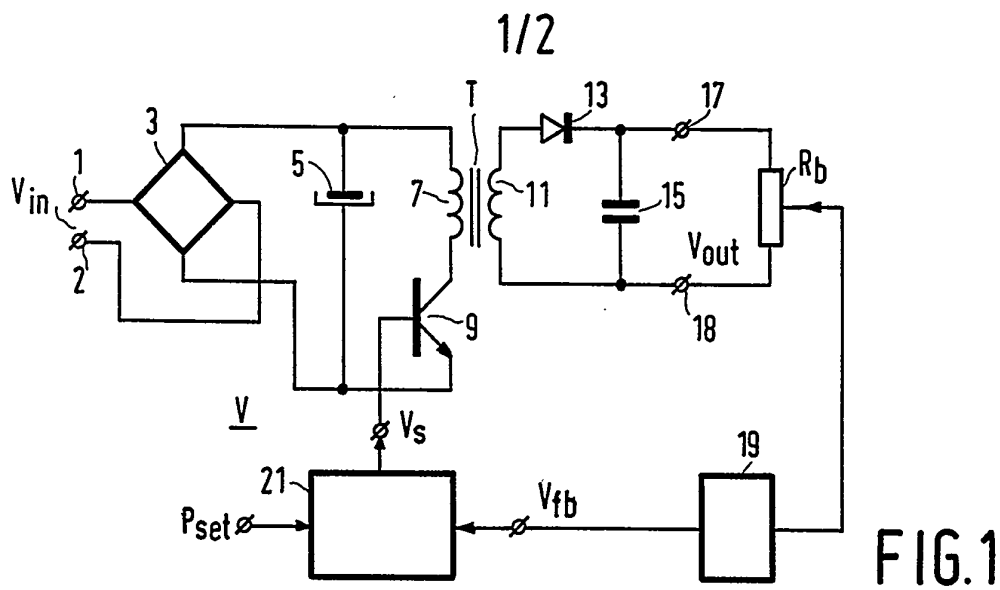
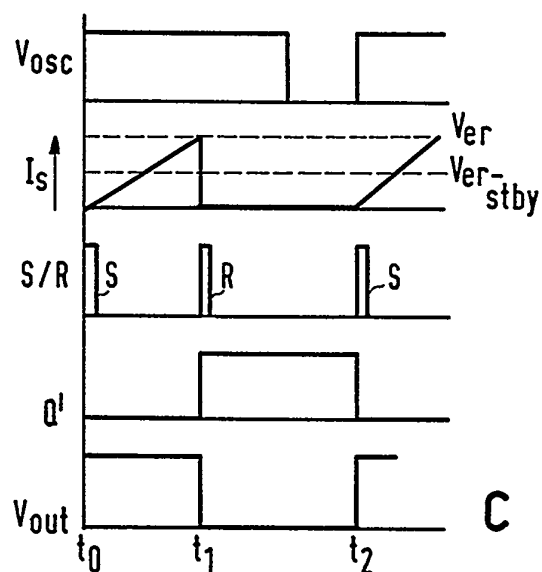
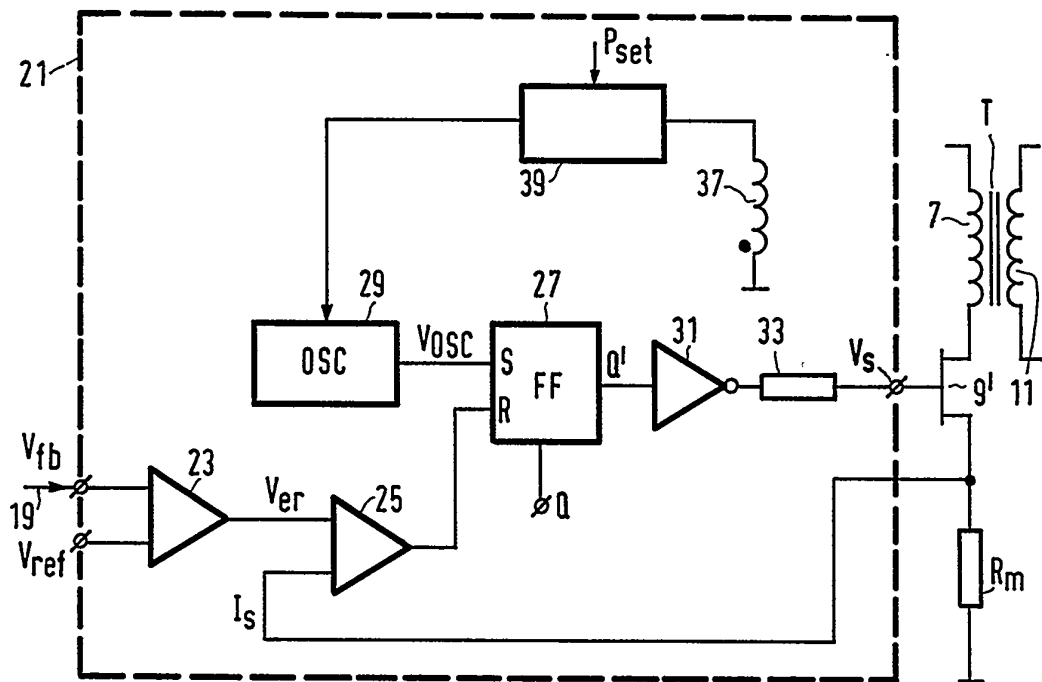
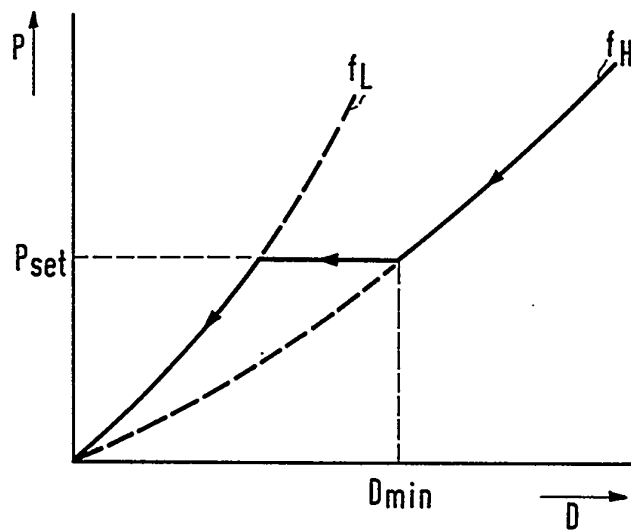


FIG. 2





a



b

FIG.3