

KONINKRIJK BELGIE**FOD ECONOMIE, K.M.O.,
MIDDENSTAND & ENERGIE**

Dienst voor de intellectuele Eigendom

PUBLICATIENUMMER : 1020663A5

INDIENINGSNUMMER : 2012/0464

Internat. klassif. : H02M

Datum van verlening : 04 Februari 2014

De Minister van Economie,

Gelet op het verdrag van Parijs van 20 Maart 1883 tot bescherming van de intellectuele eigendom;

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien
inzonderheid artikel 22;

Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen, verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Intellectuele Eigendom op 05 Juli 2012 te 14u15

BESLUIT :

Enig artikel-Er wordt toegestaan aan : ICSENCE NV
Gaston Geenslaan 9, B-3001 LEUVEN(BELGIË)

vertegenwoordigd door : HERTOEGHE Kris, DENK IP, Hundelgemsesteenweg 1114 - B 9820 MERELBEKE.

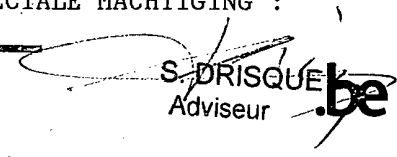
een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van de jaartaksen voor : DC-DC-CONVERTERCIRCUIT.

UITVINDER(S) : Serneels Bert, Celestijnenlaan 63 bus 64, B-3001 Heverlee (BE);
Piessens Tim, Vlinderstraat 13, B-2880 Bornem (BE); Geukens Eldert, Baleman 30,
B-2450 Meerhout (BE)

VOORRANG(EN) 09.09.11 USUSA61/532731 23.12.11 GBGBA11222650

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Voor eensluidend verklaard afschrift

Brussel, 04 Februari 2014
BIJ SPECIALE MACHTIGING :
DRISQUE S.
Adviseur
S. DRISQUE
Adviseur **.be**

DC-DC-convertercircuit**Gebied van de uitvinding**

[0001] De onderhavige uitvinding heeft betrekking op het vakgebied van circuits voor DC-DC-conversie, waarbij een DC-ingangsspanning wordt verhoogd.

5

Achtergrond van de uitvinding

[0002] De druk om meer functies en complexiteit te integreren op chips om de afmetingen en kosten te verlagen en om de marktintroductietijd te verminderen, duwt IC-technologieën in de richting van standaard nanometer CMOS-laagspanningsschakelingen. Een vaak toegepaste praktijk om de kloof te overbruggen met toepassingen die hoogspanning nodig hebben, zoals LED, MEMS, ..., is het gebruik van dure uitbreidingen op de digitale CMOS-technologie om spanningen te tolereren die hoger liggen dan de nominale voeding. In het verleden werden al oplossingen voorgesteld voor de reguliere CMOS op basis van het principe van gestapelde ("stacked") apparaten. De werking van deze circuits is echter afhankelijk van de aanwezigheid van veelvouden van de nominale voedingsspanning ($2V_{DD}$, $3V_{DD}$, ...) om op een betrouwbare manier te kunnen functioneren. Het extern opwekken van deze spanningen en de hoogspanningsrail zelf leiden onvermijdelijk tot een duurdere stuklijst.

[0003] In de paper "*Digitally Assisted Discontinuous Conduction Mode 5V/100MHz and 10V/45MHz DC-DC Boost Converters with Integrated Schottky Diodes in Standard 0.13um CMOS*" (P.Li et al., ISSCC Digest of Technical Papers, blz. 206-207, februari 2010) werd een step-upconverter voorgesteld in een CMOS-technologie met laagspanning. De conversie wordt echter uitgevoerd door een geschakelde inductorfase gevolgd door een zwevende condensatorconfiguratie om een 10 V-output te verwerken. Dit verlaagt de efficiëntie aanzienlijk en beperkt het gebruik tot toepassingen met een laag vermogen.

[0004] Om anderzijds de middenspanningen op te wekken, worden oplossingen voorgesteld met step-downconverters. Een voorbeeld daarvan wordt beschreven in "*20uA to 100mA DC-DC Converter with 2.8 to 4.2V Battery Supply for Portable Applications in 45nm CMOS*" (S. Bandyopadhyay et al., ISSCC Digest of Technical Papers, blz. 386-387, februari 2011). Gestapelde regelaars worden gebruikt voor het opwekken van de middenspanningen. Beide circuits werken direct vanaf de hoogspanningsvoeding. Derhalve zijn extra opstartcircuits nodig om ervoor te zorgen dat de apparaten niet worden overbelast tijdens het opstarten.

30

[0005] Daarom is er behoefte aan een DC-DC-convertercircuit waarbij het gebruik van een aantal veelvouden van de nominale voedingsspanning wordt vermeden. Het DC-DC-convertercircuit

moet verder ook worden geïmplementeerd op een efficiënte manier en geschikt zijn voor een brede waaier aan toepassingen.

Samenvatting van de uitvinding

- 5 [0006] Het is een doel van uitvoeringsvormen van de onderhavige uitvinding om een circuit te voorzien voor het verhogen van een DC-ingangsspanningssignaal naar een DC-uitgangsspanningssignaal, waarbij geen extra opstartcircuits nodig zijn voor het opwekken van middenspanningen.
- [0007] Het bovenstaande doel wordt verwezenlijkt door een DC-DC-convertercircuit
- 10 overeenkomstig de onderhavige uitvinding. Het DC-DC-convertercircuit omvat een ingangsaansluiting voor het aanleggen van een DC-ingangsspanningssignaal en een uitgangsaansluiting voor het uitvoeren van een DC-uitgangsspanningssignaal zijnde een verhoogde versie van voornoemd DC-ingangsspanningssignaal. Het DC-DC-convertercircuit omvat een halfgeleiderschakelaar omvattende een meervoudig aantal schakelementen. De
- 15 schakelementen zijn schakelbaar tussen een open toestand en een gesloten toestand. Ten minste één van de schakelementen kan de (hoge) DC-uitgangsspanning niet tolereren. De halfgeleiderschakelaar is verbonden met een spanningsdoorlaatelement dat van de schakelaar een signaal ontvangt op een spanningsniveau dat hoger ligt dan het DC-uitgangsspanningssignaal. Het spanningsdoorlaatelement voert het DC-uitgangsspanningssignaal uit dat wordt geleverd aan
- 20 de uitgangsaansluiting. Het DC-DC-convertercircuit omvat verder een eerste instelmiddel (*biasing means*) dat wordt gevoed met het DC-uitgangsspanningssignaal en dat is aangepast om van de DC-uitgangsspanning ten minste één middenspanningssignaal af te leiden met een spanningsniveau dat lager is dan het DC-uitgangsspanningssignaal. Een tweede instelmiddel ontvangt het DC-ingangsspanningssignaal en voornoemd ten minste één middenspanningssignaal
- 25 en is ingericht voor het leveren van het DC-ingangsspanningssignaal en het ten minste één middenspanningssignaal aan ten minste één schakelement van de halfgeleiderschakelaar. Wegens de ten minste één middenspanning is de halfgeleiderschakelaar aangepast om in zijn open toestand een spanningsniveau te tolereren dat hoger is dan het DC-uitgangsspanningssignaal.
- 30 [0008] Een regelblok ontvangt het DC-ingangsspanningssignaal dat de nominale voedingsspanning vormt voor de regelblokcircuits. Het regelblok ontvangt ook het DC-uitgangsspanningssignaal. Het regelblok omvat schakelregellogica om het DC-uitgangsspanningssignaal te vergelijken met een referentiespanningssignaal, waarna een aandrijfsignaal wordt verstuurd overeenkomstig het resultaat van voornoemde vergelijking. Een

buffer is ingericht om het aandrijfsignaal te ontvangen en een spanningssignaal te leveren dat overeenkomt met het DC-ingangsspanningssignaal aan een schakelelement van de halfgeleiderschakelaar.

- [0009]** Het voorgestelde DC-DC-convertercircuit gebruikt alleen de nominale DC-spanning als input en levert een verhoogd DC-spanningssignaal op als output. Door de middenspanningen op te wekken en toe te passen door middel van de instelcircuits wordt een schakelontwerp verkregen dat, wanneer de schakelaar opent en wordt blootgesteld aan een hogere spanning dan de DC-uitgangsspanning, dergelijke hoge spanning tolereert. Deze hogere spanning wordt doorgaans geleverd door een inductieve koppeling waaraan een DC-batterijspanning (bij voorkeur, maar niet noodzakelijk, gelijk aan het spanningsniveau van het om te zetten DC-ingangsspanningssignaal) wordt aangelegd.

Via bijv. een diode wordt de DC-uitgangsspanning afgeleid van de toegepaste hogere spanning. De DC-uitgangsspanning wordt niet alleen geleverd aan de uitgangsaansluiting, maar ook aan het reeds vernoemde eerste instelmiddel en aan het regelblok.

- De halfgeleiderschakelaar kan worden gesloten door middel van de nominale voedingsspanning. Om de schakelelementen te beveiligen die zijn gestapeld in de halfgeleiderschakelaar wanneer voornoemde schakelaar wordt geopend, wordt een eerste instelmiddel voorzien waarin ten minste één middenspanningssignaal met een spanningsniveau lager dan de DC-uitgangsspanning wordt afgeleid en toegepast op een schakelelement van de halfgeleiderschakelaar. Het moet ook worden opgemerkt dat de middenspanningssignalen niet aanwezig zijn bij het opstarten, maar geleidelijk aan worden opgebouwd in de loop van de opstartfase (m.a.w. terwijl de schakelaar wordt geopend), waarbij ze de opgewekte DC-uitgangsspanning volgen. Dit wordt meer in detail uitgelegd verderop in deze beschrijving. Bijgevolg is het met de uitvinding mogelijk om van één (laag) spanningssignaal op nominale waarde één of, bij voorkeur, meer middenspanningsniveaus te creëren die verschillende schakelelementen van de schakelaar beschermen.

De middenspanning(en) wordt/worden gevoed naar een tweede instelmiddel dat verder ook wordt gevoed met het DC-ingangsspanningssignaal. Het tweede instelmiddel zorgt ervoor dat het DC-ingangsspanningssignaal en de middenspanning(en) worden geleverd aan één of meer schakelelementen van de schakelaar.

- Een belangrijk element in het circuit van de uitvinding is het regelblok. Het regelblok ontvangt zowel de DC-ingangsspanning als de DC-uitgangsspanning als input. Het regelblok is uitgerust met regellogica om de DC-uitgangsspanning te vergelijken met een referentiespanningssignaal. Een aandrijfsignaal wordt verstuurd afhankelijk van het resultaat van voornoemde vergelijking. Het aandrijfsignaal wordt als input verstuurd naar een buffer, die op zijn beurt een spanningssignaal

dat overeenkomt met het DC-ingangssignaal, levert aan een schakelelement van de halfgeleiderschakelaar.

[0010] De schakelelementen van de halfgeleiderschakelaar zijn bij voorkeur veldeffecttransistors, bijv. nMOS-transistors. De schakelaar omvat doorgaans een aantal gestapelde transistors. Deze laagspanningsschakelelementen worden gebruikt om een hoogspanning op te wekken.

[0011] In een voorkeursuitvoeringsvorm omvat het eerste instelmiddel ten minste één circuit met gematchte, bij elkaar horende weerstanden. Via dergelijk bijbehorend weerstandsnetwerk worden knooppunten met evenredig verdeelde spanningen aangemaakt. Deze spanningen worden vervolgens gebruikt als middenspanningen.

[0012] In een voordelige uitvoeringsvorm van de uitvinding omvat het eerste instelmiddel een push-pull uitgangstrap. Dat is voordelig voor het verwijderen van de MOS-drempelspanning. De push-pull outputfase kan bijvoorbeeld worden geïmplementeerd als een klasse AB-uitgangstrap.

[0013] In een uitvoeringsvorm van de uitvinding omvat het regelblok verder een startcircuit dat is aangepast om de pulsbreedte van het aandrijfsignaal te regelen tijdens het opstarten van het DC-DC-convertercircuit.

[0014] In een andere uitvoeringsvorm omvat het regelblok verder circuits om de stroom door de halfgeleiderschakelaar te beperken.

[0015] In een uitvoeringsvorm van de uitvinding wordt het spanningsdoorlaatelement uitgevoerd als een diode-element. In dat geval wordt een asynchrone topologie verkregen. Als alternatief kan het spanningsdoorlaatelement worden uitgevoerd als een tweede hoogspanningshalfgeleiderschakelaar omvattende een verder meervoudig aantal schakelelementen.

[0016] De uitvinding heeft ook betrekking op een circuit omvattende een DC-DC-convertercircuit zoals beschreven in het voorgaande en omvattende een inductieve koppeling via dewelke een DC-batterijspanningssignaal wordt toegepast op het DC-DC-convertercircuit. Het DC-batterijspanningssignaal heeft bij voorkeur dezelfde waarde als het DC-ingangsspanningssignaal, zodat slechts één spanningsniveau, namelijk de nominale voedingsspanning, vereist is om het circuit te bedienen.

[0017] In een voorkeursuitvoeringsvorm omvat het circuit een DC-DC-convertercircuit zoals beschreven en een geschakelde uitgangstrap die is ingericht om te worden gevoed met het DC-uitgangsspanningssignaal van het DC-DC-convertercircuit. Voordeligerwijze is de geschakelde uitgangstrap ingericht als een klasse D-versterker.

[0018] In nog een andere uitvoeringsvorm omvat de geschakelde uitgangstrap verder schakelelementen om het DC-uitgangsspanningssignaal naar een ander spanningsniveau te

brengen. Met andere woorden, ze vormen een pull-up- of pull-downnetwerk. Voordeligerwijze worden ten minste twee van de verdere schakelementen voorzien van invers aangesloten diodes om lekkage aan de pin te voorkomen.

5 [0019] In een andere voorkeursuitvoeringsvorm omvat het circuit een klemcircuit voor elektrostatische ontlading (ESD). Het ESD-klemcircuit omvat bij voorkeur een meervoudig aantal ESD-klemmen waarbij een klemspanningssignaal kan worden opgewekt op het ten minste één middenspanningssignaalniveau.

10 [0020] Om de uitvinding en de verwezenlijkte voordelen ten opzichte van de stand van de techniek samen te vatten, werden bepaalde doelen en voordelen van de uitvinding hierboven beschreven. Het spreekt uiteraard voor zich dat alle dergelijke doelen of voordelen niet noodzakelijk worden verwezenlijkt overeenkomstig één specifieke uitvoeringsvorm van de uitvinding. Derhalve zullen personen die geschoold zijn in deze materie bijvoorbeeld erkennen dat de uitvinding kan worden belichaamd of uitgevoerd op een manier die één voordeel of groep van voordelen verwezenlijkt of optimaliseert zoals hierin beschreven, zonder noodzakelijk andere
15 doelen of voordelen te verwezenlijken die hierin worden beschreven of gesuggereerd.

[0021] De bovenstaande en andere aspecten van de uitvinding zullen duidelijk worden en nader toegelicht worden met verwijzing naar de uitvoeringsvorm(en) die hierna worden beschreven.

Korte beschrijving van de tekeningen

20 [0022] De uitvinding zal nu verder worden beschreven, bij wijze van voorbeeld, met verwijzing naar de bijgaande tekeningen, waarbij:

[0023] Fig. 1 een uitvoeringsvorm voorstelt van een DC-DC-convertercircuit overeenkomstig de uitvinding.

25 [0024] Fig. 2 een schematisch overzicht voorstelt van het eerste instelmiddel (algemeen instelcircuit).

[0025] Fig. 3 een schematisch overzicht voorstelt van het tweede instelmiddel (lokaal instelcircuit).

[0026] Fig. 4 een schematisch overzicht voorstelt van de hoogspanningsversterker van klasse D en de ESD-bescherming.

30 [0027] Fig. 5 een meting illustreert van de efficiëntie van het DC-DC-convertercircuit.

[0028] Fig. 6 een meting illustreert van de efficiëntie van de hoogspanningsversterker van klasse D.

[0029] Fig. 7 een meting illustreert van de transient golfvormen van de uitgangsspanning en de inductorspanning van het DC-DC-convertercircuit en de uitgangsspanning van de klasse D-versterker.

[0030] Fig. 8 het lekkageprobleem illustreert dat zich kan voordoen.

5 [0031] Fig. 9 een schematisch overzicht illustreert van de oplossing voor de lekkage.

[0032] De figuren zijn slechts schematisch en niet-beperkend. In de figuren kan de grootte van sommige van de elementen worden overdreven en niet op schaal zijn getekend voor illustratieve doeleinden. De afmetingen en de relatieve afmetingen komen niet noodzakelijk overeen met de eigenlijke uitvoeringsvormen van de uitvinding. Eventuele verwijzingen in de conclusies mogen
10 niet worden opgevat als een beperking van de reikwijdte. In de verschillende figuren verwijzen dezelfde verwijzingen naar dezelfde of analoge elementen.

Gedetailleerde beschrijving van illustratieve uitvoeringsvormen

[0033] De onderhavige uitvinding zal worden beschreven met betrekking tot specifieke
15 uitvoeringsvormen en verwijzend naar bepaalde tekeningen, doch de uitvinding is hiertoe niet beperkt, maar wordt alleen beperkt door de conclusies.

[0034] Bovendien worden de termen eerste, tweede, enzovoort in de beschrijving en in de conclusies gebruikt om een onderscheid te maken tussen soortgelijke elementen en niet noodzakelijk voor het beschrijven van een volgorde, hetzij in de tijd, in de ruimte, wat betreft
20 belang of op eender welke andere manier. Het moet worden begrepen dat de gebruikte termen onderling verwisselbaar zijn onder de juiste omstandigheden en dat de uitvoeringsvormen van de uitvinding die hierin worden beschreven in staat zijn om te werken in andere volgordes dan hierin beschreven of geïllustreerd. Bovendien worden de termen boven, onder, enzovoort in de beschrijving en de conclusies gebruikt voor beschrijvende doeleinden en niet noodzakelijk om
25 relatieve posities te beschrijven. Het moet worden begrepen dat de gebruikte termen onderling verwisselbaar zijn onder de juiste omstandigheden en dat de uitvoeringsvormen van de uitvinding die hierin worden beschreven in staat zijn om te werken in andere oriëntaties dan hierin beschreven of geïllustreerd.

[0035] Het moet worden opgemerkt dat de term "omvattende" zoals gebruikt in de conclusies
30 niet mag worden geïnterpreteerd als beperkt tot de middelen die daarna zijn opgegeven; het sluit geen andere elementen of stappen uit. Het moet dus worden geïnterpreteerd als een specificatie van de aanwezigheid van de vermelde kenmerken, eenheden, stappen of onderdelen waarnaar wordt verwezen, maar het sluit de aanwezigheid of toevoeging van één of meer andere kenmerken, eenheden, stappen of onderdelen of groepen daarvan niet uit. Daarom mag het

bereik van de uitdrukking “een apparaat omvattende middelen A en B” niet worden beperkt tot apparaten die alleen bestaan uit onderdelen A en B. Het betekent dat met betrekking tot de onderhavige uitvinding, de enige relevante onderdelen van het apparaat A en B zijn.

[0036] Verwijzingen in deze specificatie naar “één uitvoeringsvorm” of “een uitvoeringsvorm” betekenen dat een bepaalde eigenschap, structuur of kenmerk beschreven in samenhang met de uitvoeringsvorm is inbegrepen in ten minste één uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding. Vermeldingen van de frase “in één uitvoeringsvorm” of “in een uitvoeringsvorm” op verschillende plaatsen in deze specificatie verwijzen niet noodzakelijk allemaal naar dezelfde uitvoeringsvorm, maar het is wel mogelijk. Verder kunnen de specifieke kenmerken, structuren of karakteristieken op eender welke geschikte manier in één of meer uitvoeringsvormen worden gecombineerd, zoals voor de gemiddelde vakman uit deze openbaring duidelijk zal zijn.

[0037] Op een soortgelijke manier moet worden opgemerkt dat in de beschrijving van voorbeelduitvoeringsvormen van de uitvinding verschillende kenmerken van de uitvinding soms worden gegroepeerd in een enkele uitvoeringsvorm, figuur of beschrijving daarvan om de openbaarmaking te stroomlijnen en het begrip van een of meer van de verschillende inventieve aspecten te vergemakkelijken. Deze methode van openbaarmaking mag echter niet worden geïnterpreteerd als een uiting van een intentie dat de geclaimde uitvinding meer kenmerken vereist dan uitdrukkelijk vermeld in elke conclusie. Zoals weergegeven in de volgende conclusies, liggen de inventieve aspecten in minder dan alle kenmerken van een enkele voorgaande geopenbaarde uitvoeringsvorm. Derhalve worden de conclusies die volgen op de gedetailleerde beschrijving hierbij expliciet opgenomen in deze gedetailleerde beschrijving, waarbij elke conclusie op zichzelf staat als een afzonderlijke uitvoeringsvorm van deze uitvinding.

[0038] Bovendien, aangezien sommige uitvoeringsvormen die hierin worden beschreven sommige, maar niet andere kenmerken bevatten die zijn opgenomen in andere uitvoeringsvormen, zijn combinaties van kenmerken van verschillende uitvoeringsvormen bedoeld om te vallen binnen het bereik van de uitvinding en verschillende uitvoeringsvormen te vormen, zoals zal worden begrepen door iemand die geschoold is in dit vakgebied. Zo kan bijvoorbeeld in de volgende conclusies eender welke van de geclaimde uitvoeringsvormen worden gebruikt in eender welke combinatie.

[0039] Het moet worden opgemerkt dat het gebruik van bepaalde terminologie bij het beschrijven van bepaalde aspecten van de uitvinding niet impliceert dat de terminologie hierin wordt geherdefinieerd om te worden beperkt tot eender welke specifieke eigenschappen van de kenmerken of aspecten van de uitvinding waarmee die terminologie is geassocieerd.

[0040] In de beschrijving die hier wordt gegeven, worden talrijke specifieke details uiteengezet. Het wordt echter begrepen dat uitvoeringsvormen van de uitvinding kunnen worden uitgewerkt zonder deze specifieke details. In andere gevallen werden goed gekende methoden, structuren en technieken niet in detail weergegeven om het begrip van deze beschrijving niet te belemmeren.

5

[0041] Fig. 1 toont een schematische voorstelling van een uitvoeringsvorm van een DC-DC-converter overeenkomstig de uitvinding met een inductieve koppeling. Een asynchrone topologie wordt gebruikt, hetgeen betekent dat slechts één hoogspanningsschakelaar wordt gebruikt en de tweede schakelaar zoals die aanwezig is in een synchrone topologie wordt vervangen door een diode. Twee belangrijke onderdelen kunnen in de schematische voorstelling worden onderscheiden: de hoogspanningsschakelaar met zijn instelcircuits (eerste en tweede) en het regelblok. Een aan/uit-regelopstelling wordt gebruikt: de converter schakelt op een vaste klokfrequentie van bijv. 1 MHz en met een vaste pulsbreedteverhouding van 87,5%. Wanneer de uitgangsspanning hoger wordt dan de gewenste uitgangsspanning (bv. 10 V), stopt de converter met schakelen. De pulsbreedte kan worden afgebroken door twee extra circuits in het regelblok: een softstartcircuit en een stroombeperkend circuit. Het softstartcircuit zorgt ervoor dat de converter start met een erg lage bedrijfscyclus die geleidelijk in de tijd wordt verhoogd tot 87,5%. Op die manier wordt de uitgangsspanning geleidelijk opgebouwd en wordt de inschakelstroom verlaagd. Het stroombeperkende circuit kan de pulsbreedte op elk moment afbreken. De stroom wordt gemeten door de spanning over de schakelaar te volgen. Als deze spanning te hoog wordt, wordt de pulsbreedte afgebroken.

[0042] De DC-DC-converter werkt in klokcycli. Eén klokcyclus bevat twee fasen. In één fase wordt de schakelaar gesloten en wordt één zijde van de inductor met de aarde verbonden. Energie wordt opgebouwd in de inductor. In de volgende fase wordt de schakelaar geopend en de energie overgedragen aan de uitgangsaansluiting. Door de diodedrempel en procesvariaties in het regelblok, kan de spanning over de schakelaar een spanningsniveau tot 11 V reiken.

[0043] De schakelaar (111) kan de 11 V tolereren door gebruik te maken van vijf gestapelde geïsoleerde nMOS-transistors (112) van 3,3 V. Transistor M_{N1} wordt rechtstreeks aangedreven door het regelblok (110) via een conische buffer (118). De schakelaar wordt gesloten door middel van de 3,3 V-voeding, die wordt toegepast op alle poorten via transistors M_{LB1} , M_{LB2} en M_{LB3} in het lokale instelcircuit (109). Om de schakelaar te openen wordt de poort van transistor M_{N1} met de aarde verbonden. Wanneer de poort van M_{N2} wordt aangesloten op de 3,3 V-ingangsspanning, kan knooppunt n1 stijgen tot 3,3 V voordat M_{N2} volledig wordt uitgeschakeld. Bijgevolg is M_{N1} beschermd. Om de andere transistors M_{N2} , M_{N3} , M_{N4} en M_{N5} te beschermen, moeten de

30

middenspanningen 5,0 V, 7,5 V en 10,0 V respectievelijk worden toegepast op de poorten van M_{N3} , M_{N4} en M_{N5} . Veelvouden van 2,5 V worden genomen om voldoende speling te voorzien voor proces- en temperatuurvariaties en om transient spanningspieken op te vangen over de MOS-aansluitingen van 3,3 V. Bij het opstarten zijn deze spanningen echter niet aanwezig. Om de schakelaar te openen zonder betrouwbaarheidsproblemen, moeten de middenspanningen de opgewekte 10 V-voeding volgen. Dit proces wordt uitgevoerd door het algemene instelcircuit (108).

[0044] In Fig. 2 wordt een gedetailleerd schematisch overzicht gegeven van het algemene instelcircuit (108). Twee resistieve laddernetwerken (1) en (2) kunnen worden herkend. Een eerste laddernetwerk (1) wordt uitgebreid met diodegeconfigureerde nMOS-transistors en het andere laddernetwerk (2) wordt uitgebreid met diodegeconfigureerde pMOS-transistors. Door de weerstanden op elkaar af te stemmen en de transistors in te stellen in hun subdrempelgebied, worden evenredig verdeelde spanningen opgewekt op de knooppunten (3), (4), (5), (23), (24) en (25). Het sinken of sourcen van stroom van deze knooppunten is echter niet mogelijk. Bijgevolg worden de stromen doorheen de diodegeconfigureerde transistors gespiegeld naar een push-pull uitgangstrap. Op die manier wordt ook de drempelvariatie van de transistors gecompenseerd. De poorten van de op de diode aangesloten transistors (6) en (7) zijn verbonden met de poorten van de push-pull transistors (8) en (9). Op een soortgelijke manier zijn de poorten van de op de diode aangesloten transistors (10) en (11) aangesloten op respectievelijk de push-pull transistors (12) en (13), en de poorten van de op de diode aangesloten transistors (14) en (15) zijn aangesloten op de push-pull transistors (16) en (17). Op die manier wordt een serieverbinding van drie push-pull fasen verkregen, hetgeen de 10 V-voeding verdeelt in de middenspanningen 7,5 V, 5,0 V en 2,5 V. Deze spanningen variëren alleen met de temperatuursafhankelijkheid van het weerstandsnetwerk en volgen relatief de spanningen op de 10 V-voeding. Ook zijn de transistors in de push-pull outputstructuur ingesteld in hun subdrempelgebied om een lage outputimpedantie te verkrijgen. Op die manier kunnen de middenspanningen stromen sourcen en sinken. Bovendien beperkt dit het DC-stroomverbruik van het algemene instelcircuit tot slechts 60 μ A.

[0045] De 10 V-voeding en de middenspanningen 7,5 V, 5,0 V en 2,5 V worden aangelegd aan het lokale instelcircuit (109) van de hoogspanningsschakelaar. Op fig. 3 is een gedetailleerd overzicht te zien van de hoogspanningsschakelaar (111) met zijn lokaal instelcircuit. De schakelaar heeft twee standen: open en gesloten.

[0046] De schakelaar wordt gesloten door 3,3 V aan te leggen aan de poort van M_{N1} . Knooppunt n1 wordt ontladen naar de aarde en transistor M_{N2} geleidt aangezien zijn poort vast verbonden is met 3,3 V. Knooppunt n2 wordt op zijn beurt ontladen naar de aarde zodat transistor M_{LP1} kan

geleiden. Op die manier wordt knooppunt n12 ontladen naar 3,3 V en begint transistor M_{N3} te geleiden. Dezelfde redenering geldt voor transistors M_{LP2} en M_{N4} , en M_{LP3} en M_{N5} .

[0047] De schakelaar wordt geopend door 0 V aan te leggen aan de poort van M_{N1} . Knooppunt n1 wordt geladen tot een maximum van 3,3 V aangezien zijn poort vast verbonden is met 3,3 V.

- 5 Bijgevolg geleidt transistor M_{N2} niet meer en de spanning op knooppunt n2 laadt op. Om het spanningsverlies over de aansluitingen van transistor M_{N2} te beperken, mag de poort van transistor M_{N3} niet ingesteld zijn op een spanning hoger dan 6,6 V. Om voldoende speling in de spanning te voorzien, worden spanningsveelvouden van 2,5 V gekozen. Bijgevolg moet de poort van transistor M_{N3} ingesteld zijn op 5,0 V. Om dezelfde reden moeten de poorten van transistors
- 10 M_{N4} en M_{N5} worden ingesteld op respectievelijk 7,5 V en 10 V. Dit proces vindt plaats in het lokale instelcircuit (109). Wanneer de poort van transistor M_{N1} in de schakelaar met de aarde wordt verbonden, wordt de poort van transistor M_{LP7} in het lokale instelcircuit naar 7,5 V getrokken. Dat betekent dat knooppunt n17 wordt geladen tot 10 V. Derhalve geleidt transistor M_{LP6} aangezien zijn poort verbonden is met de 7,5 V van het algemene instelcircuit. Bijgevolg wordt knooppunt
- 15 n16 opgeladen tot 10 V en knooppunt n19 tot 7,5 V via transistor M_{NL3} , die geleidt. Dezelfde redenering geldt voor transistors M_{LP5} , M_{LN2} en M_{LP4} . Op deze manier wordt de poort van transistor M_{N5} , knooppunt n4, opgeladen tot 10 V en de poort van transistor M_{N4} , knooppunt n13, opgeladen tot 7,5 V. Bijgevolg geleidt transistor M_{LN1} en wordt de poort van transistor M_{N3} , knooppunt n12, opgeladen tot 5 V.

- 20 **[0048]** In het geval dat de hoogspanningsschakelaar (111) wordt gesloten, moeten de transistors M_{LP4} en M_{LP5} in het lokale instelcircuit (109) beschermd worden tegen te grote spanningen door respectievelijk 3,3 V en 5 V toe te passen op hun poorten. Dit wordt verwezenlijkt via de transistors M_{LP1} en M_{LP2} voor de poort van M_{LP4} en via transistor M_{LN1} voor de poort van transistor M_{LP5} .

- 25 **[0049]** Het moet dus worden opgemerkt dat de poort van transistor M_{N1} samen met de poort van transistor M_{LP7} schakelt. De poort van transistor M_{N1} schakelt tussen 0 V en 3,3 V en de poort van transistor M_{LP7} moet worden geschakeld tussen 7,5 V en 10 V. Deze functie wordt uitgevoerd door een standaard niveauverschuiver (level shifter) met capacitieve koppeling.

- [0050]** De combinatie van de algemene (108) en lokale (109) instelcircuits laat een
- 30 implementatie toe van een hoogspanningsschakelaar met standaard laagspanningsapparaten en garandeert dat de betrouwbaarheid van deze apparaten niet in het gedrang komt door te hoge spanningen op hun aansluitingen.

[0051] De 10 V-uitgang van het inductieve convertercircuit kan dienst doen als de voeding voor een geschakelde uitgangstrap. Fig. 4 is een schematische voorstelling van de klasse D-versterker

met zijn instelcircuits. De 10,0 V-rail wordt beschermd door een aangepaste ESD-klem voor hoogspanning. De klasse D-versterker omvat vijf gestapelde, geïsoleerde pMOS- en nMOS-transistors in respectievelijk het pull-up- en pull-downnetwerk om te kunnen omgaan met proces- en temperatuurvariaties en snelle schakelovergangen. De lokale instelopstelling is gebaseerd op

5 de paper "A 237mW aDSL2+ CO Line Driver in a standard 1.2V 130nm CMOS technology" (B. Serneels et al., *ISSCC Digest of Technical Papers*, blz. 524-525, februari 2007) en vereist de middenspanningen 2,5 V, 5,0 V en 7,5 V voor een betrouwbare werking. Deze spanningen worden opgewekt uit de 10 V-voeding, zoals het algemene instelcircuit in de inductieve converter. Tijdens het opstarten van de converter wordt de klasse D-versterker in tri-state ingesteld via transistors

10 M_{N1} en M_{P1} . De 10 V-rail wordt geleidelijk aan opgebouwd en de middenspanningen volgen relatief. Derhalve komt de betrouwbaarheid van het apparaat in de klasse D-versterker niet in het gedrang.

[0052] De ESD-klem van 10 V bestaat uit vier gestapelde nMOS ESD-klemmen van 3,3 V die elk instaan voor een 2,5 V-rail. Het voordeel van het gebruik van een nMOS in het actieve gebied als

15 een ESD-klem is de lage houdspanning. Tijdens een electrostatische ontlading volgen de middenspanningen de ESD-puls. Deze spanningen zijn verbonden met de 2,5 V, 5,0 V en 7,5 V-rails van de algemene instelblokken op de testchip via p-type DNW-diodes. Op deze manier wordt een gelijkmatige spreiding van de ESD-puls over de gestapelde apparaten verkregen, waarbij de ESD-robustheid van de circuits wordt verbeterd.

20 **[0053]** Om de uitstekende prestaties van de DC-DC-converter van de onderhavige uitvinding te illustreren, worden enkele numerieke resultaten voorgesteld.

[0054] Fig.5 geeft de efficiëntie weer van een inductieve DC-DC-converter overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding in functie van het uitgangsvermogen voor een variatie van 10% op de 3,3 V-ingangsspanning en drie temperaturen. De piekefficiëntie is 81% bij een

25 uitgangsvermogen van 732 mW voor een ingangsspanning van 3,3 V bij 25°C. Het maximale uitgangsvermogen is 1,5 W. Fig. 6 geeft de efficiëntie weer van de klasse D-versterker in functie van zijn schakelfrequentie voor een belasting van 66 Ω . Een efficiëntie van 97% wordt verkregen voor de klasse D-versterker. De gecombineerde efficiëntie (klasse D en DC-DC) is gelijk aan 74%. De efficiëntie begint achteruit te gaan bij een schakelfrequentie van 1,0 MHz. Gemeten

30 golfvormen van de opgewekte 10 V-voeding, de output van de klasse D-versterker en de inductorstroom worden getoond in Fig. 7. De gemiddelde uitgangsspanning van de converter is 9,9 V. De klasse D-versterker behaalt een uitgangsspanningszwaai van 9,6 V voor een belasting van 66 Ω , wat resulteert in een uitgangsvermogen van 350 mW. De schakelfrequentie is 20 kHz. De stroomgolfvorm van de inductor bestaat uit bursts van één volledige klokcyclus van 1 μ s en

één cyclus waarin de pulsbreedte wordt afgebroken, waarbij de aan/uit-werking van de converter wordt gevisualiseerd.

[0055] Het is belangrijk om op te merken dat in de configuratie getoond in Fig. 4, de klasse D-versterker dienst doet als een hoogspanningsuitgangsbuffer, maar de voorgestelde
 5 hoogspanningstopologie is niet beperkt tot alleen maar uitgangsbuffers. Wanneer de uitgangsbuffer is ingesteld in tri-state, kan een spanning worden toegepast aan de uitgang. Het is bekend dat wanneer de toegepaste spanning hoger is dan zijn voedingsspanning, een lekkagepad bestaat van de uitgang via de parasitaire drain-bulkdiodes van de outputfase naar de voedingsspanning. Conventionele I/O-buffers leiden onder een ongewenst lekstroompad (lekkage
 10 aan de pin) wanneer de I/O-spanning aan de pin groter wordt dan de werkspanning. Lekkage aan de pin kan zich voordoen via de parasitaire PN-diode van de pMOS of via het pMOS-kanaal wanneer de I/O-ingangsspanning groter is dan $V_{DD}+V_{tp}$ (zie Fig. 8).

[0056] Er wordt nu een topologie voorgesteld die dit lekkagepad verwijdert. Dit wordt geïllustreerd op een I/O-buffer met V_{dd} -uitgang en $2V_{dd}$ -ingang. De voorgestelde oplossing wordt
 15 in detail uitgelegd met verwijzing naar Fig. 9. Fig. 9 is een circuitdiagram waarin de pre-driver 21 en de uitgangsbuffer 22 van de gemengde spanning-ingang/uitgang-buffer wordt getoond. Het voorbeeld wordt gegeven van een ingangs-/uitgangsbuffer die kan verzenden op V_{DD} -niveaus en kan ontvangen op $2V_{DD}$ -niveaus (twee keer het V_{DD} -niveau). De uitgangsbuffer omvat twee pMOS pull-uptransistors 23 en 24, twee nMOS pull-downtransistors 28 en 29 en insteltransistors 25, 26,
 20 27 en 30. De uitgang van de uitgangsbuffer 22 is aangesloten op de I/O PAD 210 van de gemengde spanning-ingang/uitgang-buffer. De pMOS pull-uptransistors 23 en 24 delen dezelfde bulk-sourceverbinding (knooppunt N2) en dezelfde poortverbinding (knooppunt N4). De overeenkomstige drain-bulkdiodes van de pMOS pull-uptransistors 23 en 24 zijn respectievelijk D2 en D1. Wegens hun gemeenschappelijke poort en bronverbinding, zijn de N-zijden van de diodes
 25 D1 en D2 verbonden met knooppunt N2 en zijn de P-zijden van de diodes D1 en D2 verbonden met respectievelijk de I/O PAD 210 en de voeding V_{DD} van uitgangsbuffer 22. De pre-driver 21 verzendt het datasignaal D_{UIT} naar de uitgangsbuffer 22 en stelt de uitgangsbuffer 22 in tri-statemodus via het OEN-sig-naal (Output Enable). Wanneer de uitgangsbuffer 22 is ingesteld in tri-statemodus, kan het $2V_{DD}$ -signalen aan de I/O PAD 210 weerstaan zonder lekkage naar zijn V_{DD} -voeding en zonder oxidestress op elk apparaat in de uitgangsbuffer 22.
 30

[0057] Wanneer de uitgangsbuffer 22 is ingeschakeld, werkt de ingangs-/uitgangsbuffer in verzendmodus. Het signaal aan de I/O PAD 210 zal hoog of laag zijn overeenkomstig het datasignaal D_{UIT} . In verzendmodus is een hoog uitgangssignaal een signaal op V_{DD} en een laag uitgangssignaal is een signaal op GND.

[0058] Voor een hoge output op I/O PAD 210, worden de pMOS pull-uptransistors 23 en 24 ingesteld in hun lineair gebied en de nMOS pull-downtransistors worden afgeschakeld. De pMOS pull-uptransistors 23 en 24 worden ingesteld in het lineaire gebied door hun poorten te ontladen naar GND. Dat wordt uitgevoerd door twee gestapelde nMOS-transistors 26 en 27. De poort van transistor 26 is vast verbonden met V_{DD} . De poort van transistor 27 wordt aangedreven naar V_{DD} . De verbinding tussen de poorten, knooppunt N4 en de bronnen, knooppunt N2 van de pMOS pull-uptransistors 23 en 24, tot stand gebracht door transistor 25 wordt afgebroken. Dat wordt uitgevoerd door transistor 25 af te schakelen door zijn poort naar GND te verbinden. In Fig. 8 wordt transistor 25 uitgevoerd als een pMOS-transistor. Er zijn echter andere oplossingen mogelijk zoals een transmissiepoort. De nMOS pull-downtransistor 29 wordt afgeschakeld door zijn poort met V_{DD} te verbinden. Als de I/O PAD 210 wordt geladen naar V_{DD} , wordt knooppunt N1 geladen naar $V_{DD} - V_{tn}$. De poort van de nMOS pull-downtransistor 28 is vast verbonden met V_{DD} . Bijgevolg wordt de transistor 28 automatisch afgeschakeld.

[0059] Voor een lage output op I/O PAD 210, worden de pMOS pull-uptransistors 23 en 24 afgeschakeld en de nMOS pull-downtransistors 28 en 29 worden ingesteld in het lineaire gebied. De pMOS pull-uptransistors 23 en 24 worden afgeschakeld door hun poorten te verbinden met hun bronnen of door knooppunt N2 te verbinden met knooppunt N4. Dat wordt uitgevoerd door transistor 25 in te stellen in het lineaire gebied door zijn poort naar GND te verbinden. Op die manier zijn de poort-bronspanningen van de pMOS pull-uptransistors 23 en 24 gelijk aan 0 V. Transistor 27 wordt afgeschakeld door zijn poort naar 0 V te brengen. De knooppunten N2 en N4 worden op een constante spanning V_{DD} gehouden via transistor 30.

[0060] Als de buffer 22 is uitgeschakeld of ingesteld in tri-state via het OEN-sigitaal, werkt de ingangs-/uitgangsbuffer in ontvangstmodus. De tri-statemodus houdt in dat zowel pull-up- als pull-downpaden worden afgebroken. Voor de nMOS pull-downtransistors 28 en 29 wordt deze actie uitgevoerd door de poort van transistor 29 naar GND te leiden om af te schakelen. Voor het pMOS pull-uppad wordt deze actie uitgevoerd door kortsluiting van poorten, knooppunt N4 en bronnen, knooppunt N2 van de pMOS pull-uptransistors 23 en 24 en door transistor 27 zo in te stellen dat de knooppunten N2 en N4 kunnen zweven tussen de I/O PAD 210 en de voeding V_{DD} van de uitgangsbuffer 22. In ontvangstmodus kan het signaal aan de I/O PAD 210 stijgen tot $2V_{DD}$. Naast de oxidestress die de transistors van de uitgangsbuffer 22 kunnen ondergaan, moet het lekkagepad van de I/O PAD 210 naar de V_{DD} -voeding van de uitgangsbuffer 22 worden afgebroken. Dit pad wordt gevormd door de pull-uptransistors 23 en 24. Het lek via de drain-bulkdiode D1 van transistor 24 wordt gestopt door de invers aangesloten drain-bulkdiode D2 van transistor 23. Bovendien is geen stroom mogelijk door het kanaal van de pMOS pull-uptransistors

- 23 en 24 aangezien in tri-statewerking van de uitgangsbuffer 22 de poorten en de bronnen van de pull-uptransistors 23 en 24 worden kortgesloten door transistor 25 en deze knooppunten zweven tussen de I/O PAD 210 en de voeding V_{DD} van de uitgangsbuffer, afhankelijk van welke van de twee het hoogste is. Wanneer de spanning aan de I/O PAD 210 op $2V_{DD}$ ligt, stijgt de spanning aan de knooppunten N2 en N4 tot $2 V_{DD}-V_D$ (waarbij V_D gelijk is aan het spanningsverlies over de diode). De oxide van transistor 27 is beschermd tegen de spanning $2V_{DD}-V_D$ door transistor 26. De poort van transistor 26 is vast verbonden met V_{DD} , wat ervoor zorgt dat de spanning op knooppunt N3 niet hoger stijgt dan V_{DD} . In het nMOS pull-downpad is de oxide van transistor 29 op dezelfde manier beschermd tegen de spanning $2V_{DD}$ door transistor 28 met een vaste poortverbinding naar V_{DD} . Wanneer de spanning aan de I/O PAD 210 op 0 V ligt, zakt de spanning aan de knooppunten N2 en N4 naar V_{DD} via transistor 30, welke zich in het triodegebied bevindt.
- [0061] De oplossing is niet beperkt tot het voorkomen van lekken vanaf de I/O-pin naar de voeding van de uitgangsbuffer. Op een zelfde manier kan ze geïmplementeerd worden in het nMOS pull-downpad om lekstroom te voorkomen naar de aarding van de uitgangsbuffer.
- [0062] Afhankelijk van de waarde van het OEN-controlesignaal (Output Enable), kan de I/O-buffer dienst doen als een ingangsbuffer of als een uitgangsbuffer.
- [0063] De voorgestelde oplossing voor het probleem van lekkage aan de pin maakt gebruik van het minst aantal apparaten om de gewenste functie te implementeren in vergelijking met bestaande oplossingen. De oplossing is redelijk eenvoudig. Complexiteit door timing, transient stress en metalen verbindingen wordt sterk verminderd. Bovendien is de oplossing niet afhankelijk van instelknooppunten intern in de I/O-buffer. Bijgevolg wordt de aanwezigheid van overlapstromen (shoot through) en stroomlekken onder de drempelwaarde geminimaliseerd en kan een resistieve belasting worden uitgevoerd zonder gevolgen.
- [0064] Hoewel de uitvinding werd geïllustreerd en in detail werd beschreven in de tekeningen en voorgaande beschrijving, moeten dergelijke illustraties en beschrijvingen als illustratie of voorbeeld worden beschouwd en niet als zijnde restrictief. De voorgaande beschrijving verklaart bepaalde uitvoeringsvormen van de uitvinding in detail. Het moet echter worden opgemerkt dat hoe gedetailleerd het voorgaande ook in de tekst is opgenomen, de uivinding op vele manieren kan worden uitgevoerd. De uitvinding is niet beperkt tot de geopenbaarde uitvoeringsvormen.
- [0065] Andere variaties op de geopenbaarde uitvoeringsvormen kunnen worden begrepen en uitgevoerd door personen die geschoold zijn in dit domein en door de geclaimde uitvinding in de praktijk te brengen, door een studie van de tekeningen, de openbaarmaking en de bijgevoegde conclusies. In de conclusies sluit het woord "omvattende" geen andere elementen of stappen uit

en het onbepaald lidwoord “een” sluit geen meervoud uit. Eventuele verwijzingen in de conclusies mogen niet worden opgevat als een beperking van de reikwijdte.

CONCLUSIES

1. DC-DC-convertercircuit om een DC-ingangsspanningssignaal (103) te verhogen naar een DC-uitgangsspanningssignaal (105), omvattende
 - een ingangsaansluiting (104) om een DC-ingangsspanningssignaal (103) aan te leggen,
 - 5 - een uitgangsaansluiting om een DC-uitgangsspanningssignaal uit te voeren dat een verhoogde versie is van voornoemd DC-ingangsspanningssignaal,
 - een meervoudig aantal schakelelementen (112), ingericht om te worden geschakeld tussen een open toestand en een gesloten toestand, waarbij ten minste één van voornoemde schakelelementen niet in staat is om voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal te tolereren,
 - 10 - een halfgeleiderschakelaar (111) omvattende voornoemd meervoudig aantal schakelelementen (112),
 - een spanningsdoorlaatelement (107) verbonden met voornoemde halfgeleiderschakelaar en ingericht om een signaal te ontvangen op een hoger spanningsniveau dan voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal en om voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal (105) te leveren aan
 - 15 voornoemde uitgangsaansluiting,
 - eerste instelmiddelen (108) ingericht om te worden gevoed met voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal en om van voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal ten minste één middenspanningssignaal (113) af te leiden met een spanningsniveau dat lager is dan voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal,
 - 20 - tweede instelmiddel (109) dat is ingericht om te worden gevoed met voornoemd DC-ingangsspanningssignaal en met voornoemd ten minste één middenspanningssignaal en om voornoemd DC-ingangsspanningssignaal en voornoemd ten minste één middenspanningssignaal te leveren aan ten minste één schakelelement van voornoemde halfgeleiderschakelaar, zodat voornoemde halfgeleiderschakelaar in voornoemde open
 - 25 toestand voornoemde spanning die hoger is dan voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal kan tolereren,
 - een regelblok (110) ingericht om voornoemd DC-ingangsspanningssignaal en voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal te ontvangen en omvattende schakelbesturingslogica (117) ingericht om voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal te vergelijken met een
 - 30 referentiespanningssignaal (114) en om een aandrijfsignaal (116) uit te voeren overeenkomstig het resultaat van voornoemde vergelijking,

- een buffer (118) ingericht om het aandrijfsignaal (116) te ontvangen en een spanningssignaal (120) te leveren overeenkomstig het DC-ingangsspanningssignaal aan een schakelelement van voornoemde halfgeleiderschakelaar.
2. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig conclusie 1, waarbij voornoemd eerste
5 instelmiddel ten minste één circuit met gematchte weerstanden omvat.
3. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig conclusie 1 of 2, waarbij voornoemd eerste instelmiddel een push-pull uitgangstrap omvat.
4. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de conclusies 1 tot en met 3, waarbij
10 voornoemd regelblok verder een startcircuit omvat dat is aangepast om de pulsbreedte te regelen van voornoemd aandrijfsignaal tijdens het opstarten van het DC-DC-convertercircuit.
5. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de voorgaande conclusies, waarbij voornoemd regelblok verder circuits omvat om stroom doorheen voornoemde halfgeleiderschakelaar te beperken.
6. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de conclusies 1 tot en met 5, waarbij
15 voornoemd spanningsdoorlaatelement een diode-element is.
7. DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de conclusies 1 tot en met 5, waarbij voornoemd spanningsdoorlaatelement is geïmplementeerd als een tweede halfgeleiderschakelaar omvattende een tweede meervoudig aantal schakelelementen
8. Circuit omvattende een DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de
20 voorgaande conclusies, omvattende een inductor via dewelke een DC-batterijspanningssignaal kan worden toegepast.
9. Circuit omvattende een DC-DC-convertercircuit overeenkomstig één van de conclusies 1 tot en met 7, en een geschakelde uitgangstrap ingericht om te worden gevoed met voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal van voornoemd DC-DC-convertercircuit.
- 25 10. Circuit overeenkomstig conclusie 9, waarbij voornoemde geschakelde uitgangstrap is ingericht als een klasse D-versterker.
11. Circuit overeenkomstig conclusie 9 of 10, waarbij voornoemde geschakelde uitgangstrap verder schakelelementen omvat om voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal naar een ander spanningsniveau te brengen
- 30 12. Circuit overeenkomstig conclusie 11, waarbij ten minste twee van voornoemde verdere schakelelementen worden voorzien van invers aangesloten diodes om lekken te voorkomen.

13. Circuit overeenkomstig één van de conclusies 8 tot en met 10, verder omvattende een klemcircuit voor elektrostatische ontlading.
14. Circuit overeenkomstig conclusie 11, waarbij voornoemd klemcircuit voor elektrostatische ontlading een meervoudig aantal elektrostatische ontladingsklemmen omvat,
- 5 waarbij een klemspanningssignaal kan worden opgewekt op voornoemd ten minste één middenspanningssignaalniveau.

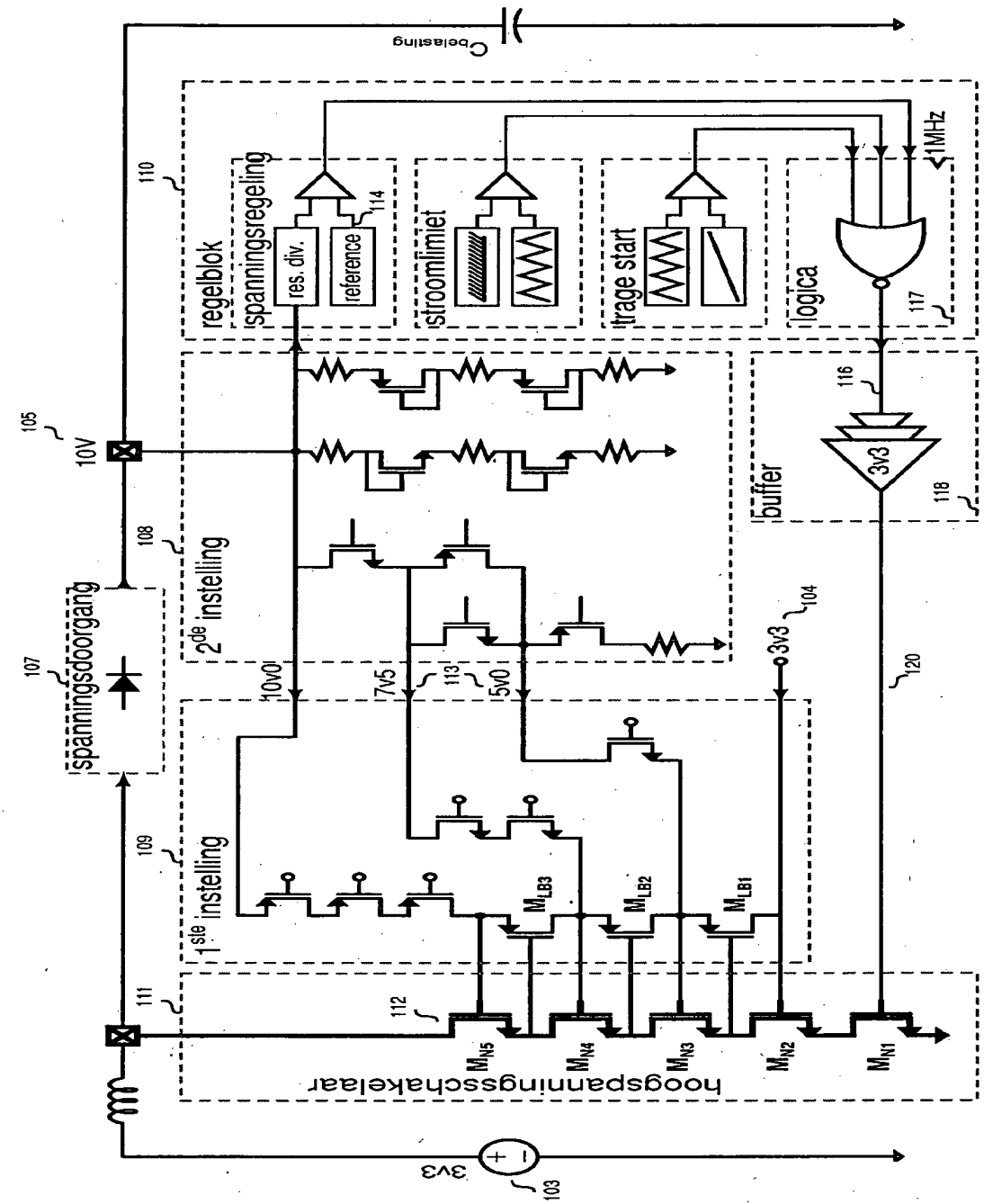


Fig.1

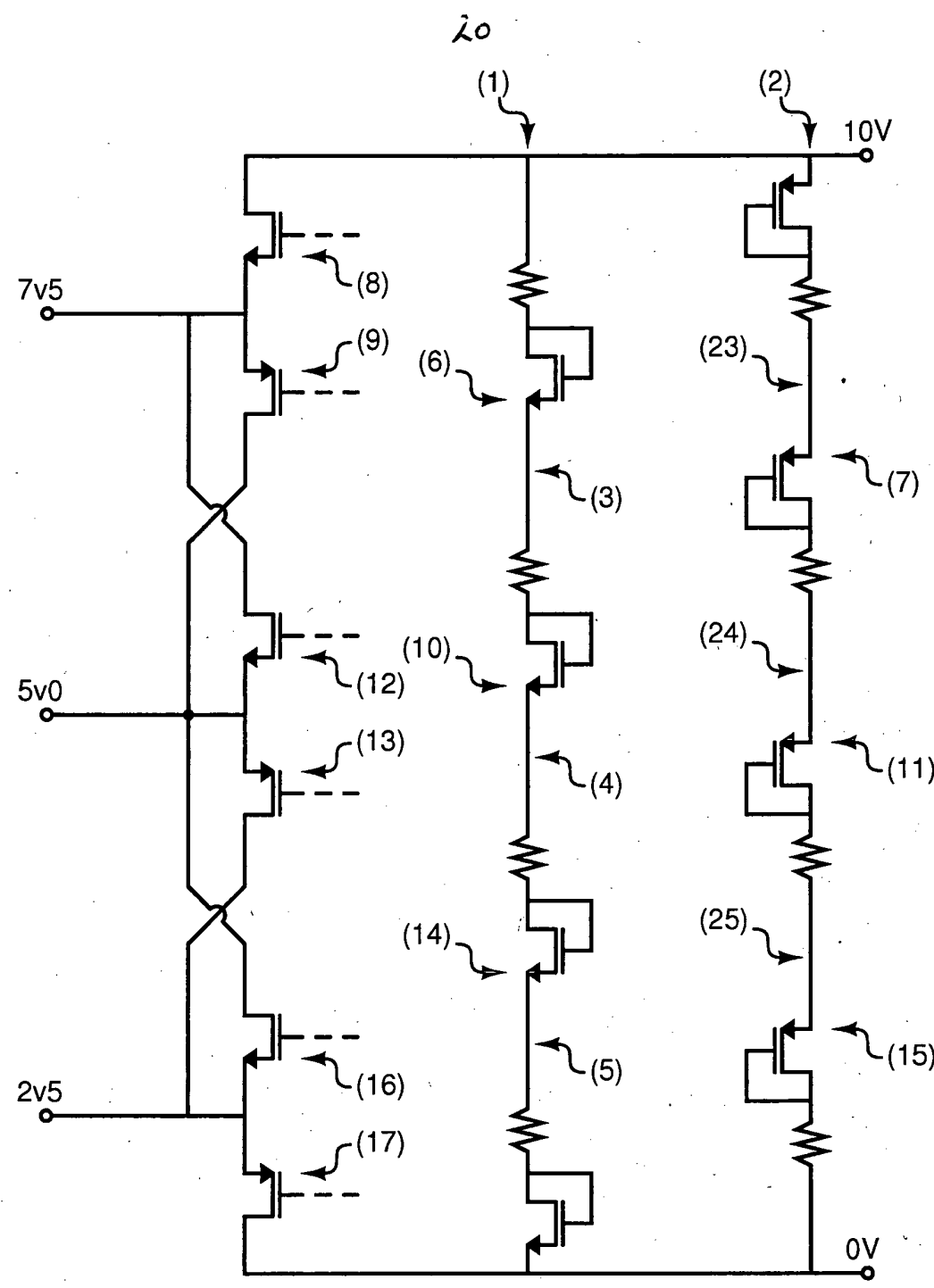


Fig.2

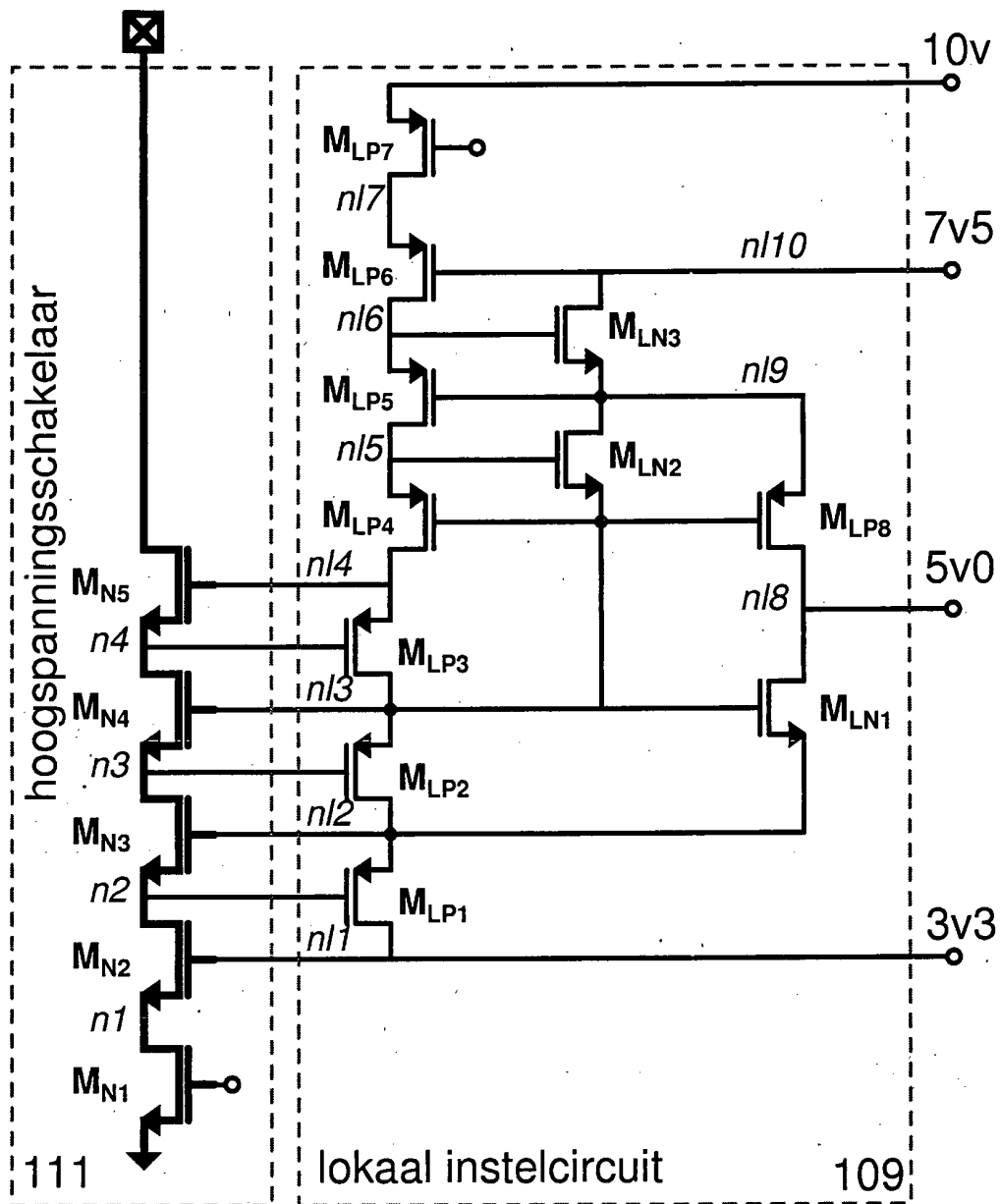


Fig.3

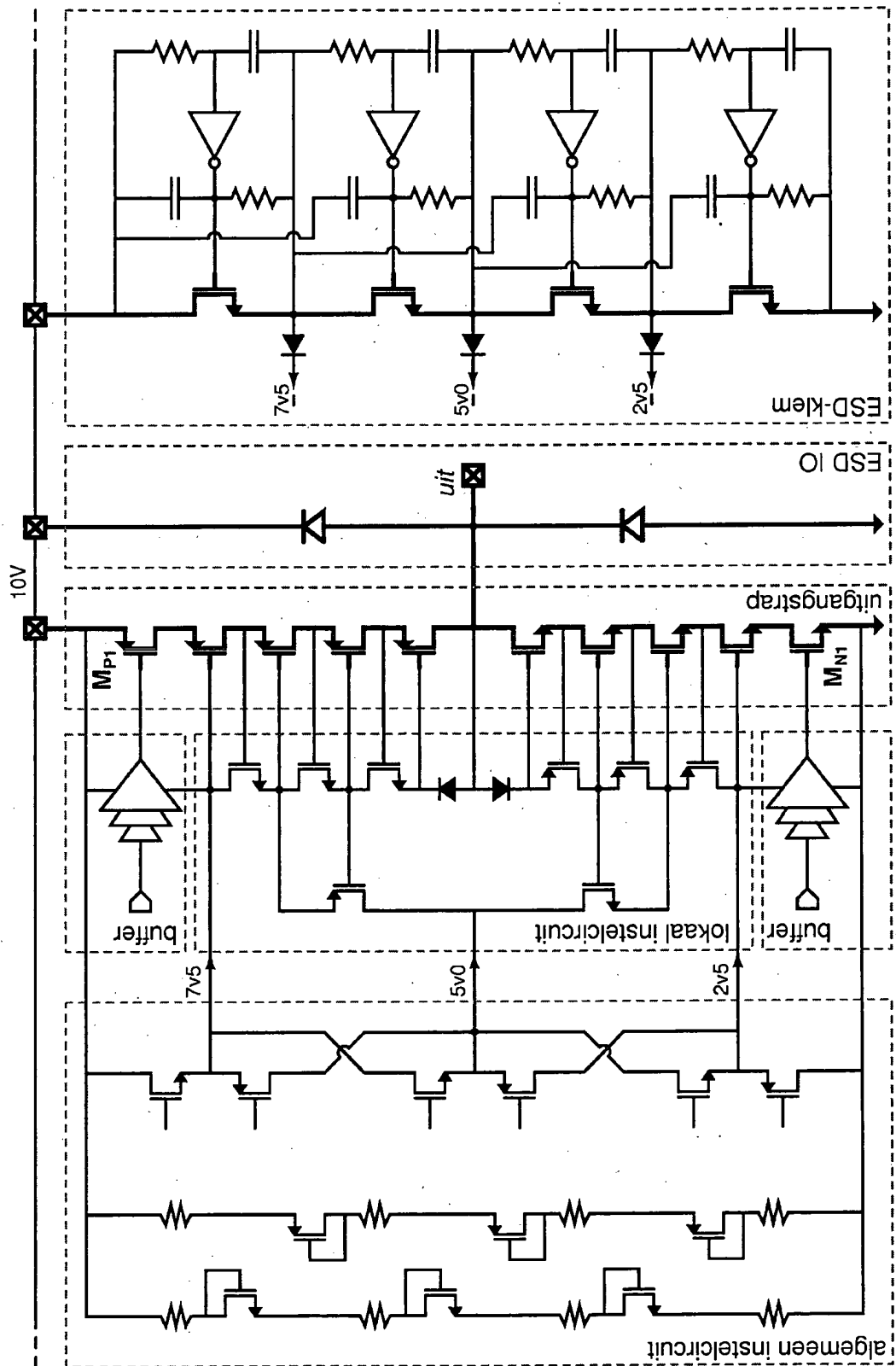


Fig.4

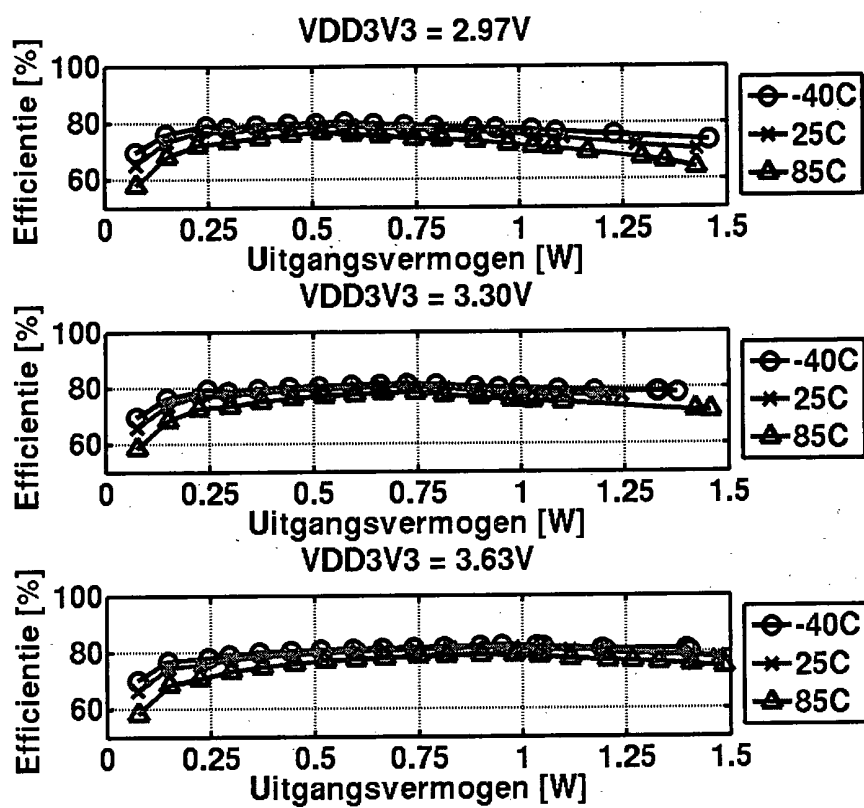


Fig.5

24

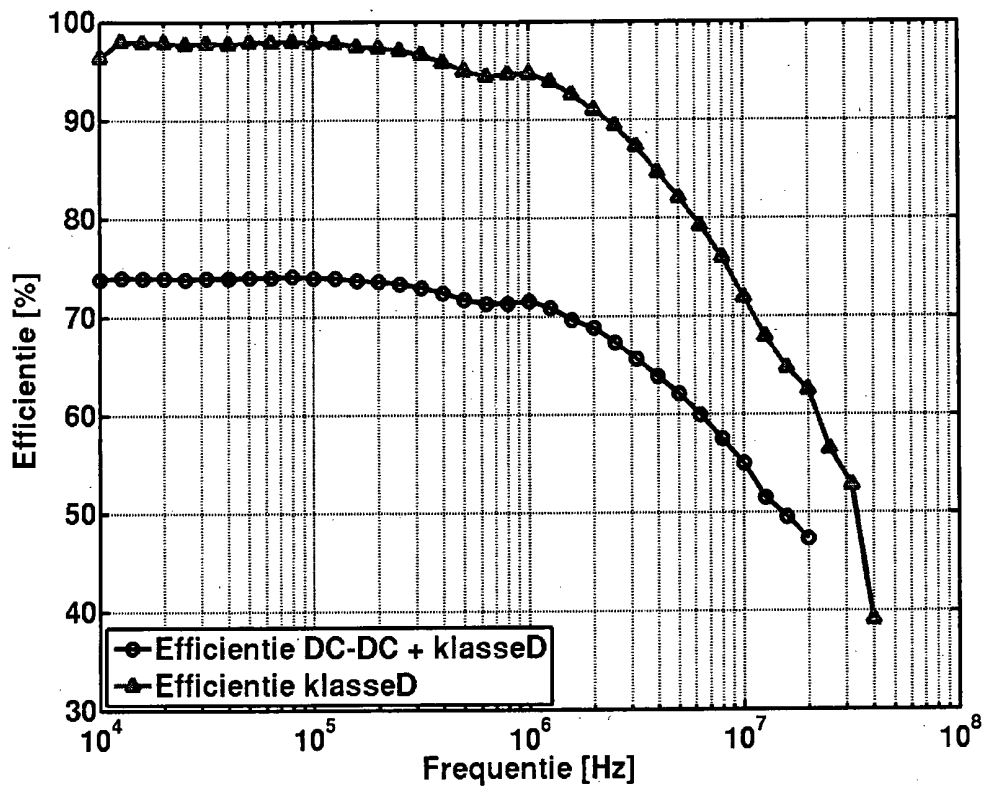


Fig.6

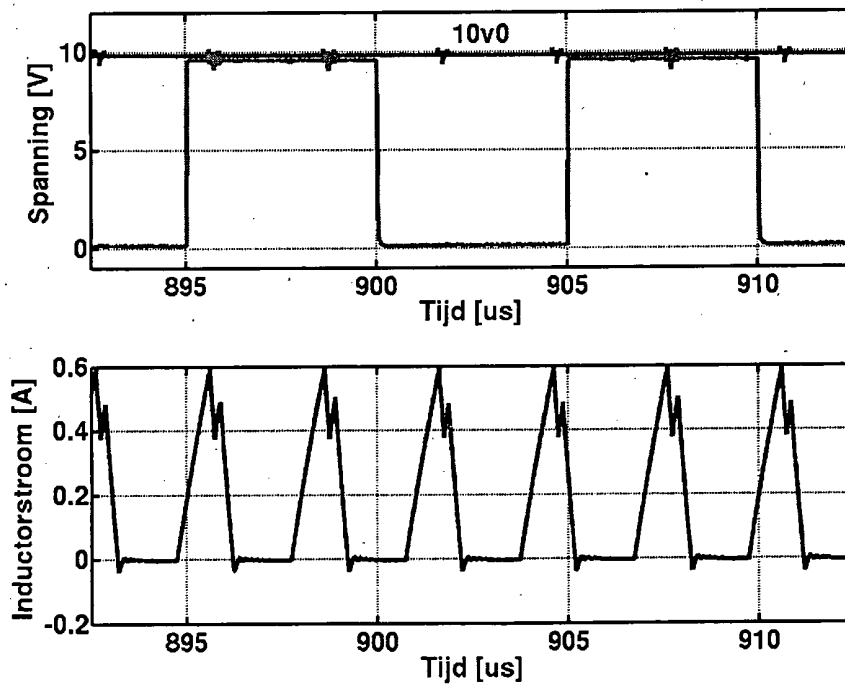


Fig.7

15

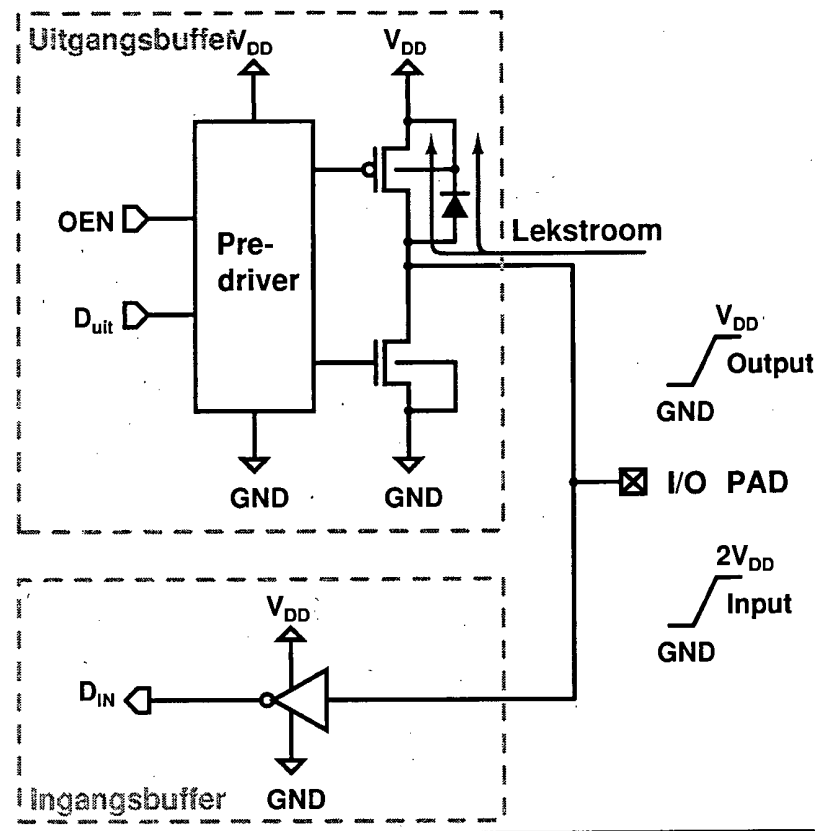


Fig.8

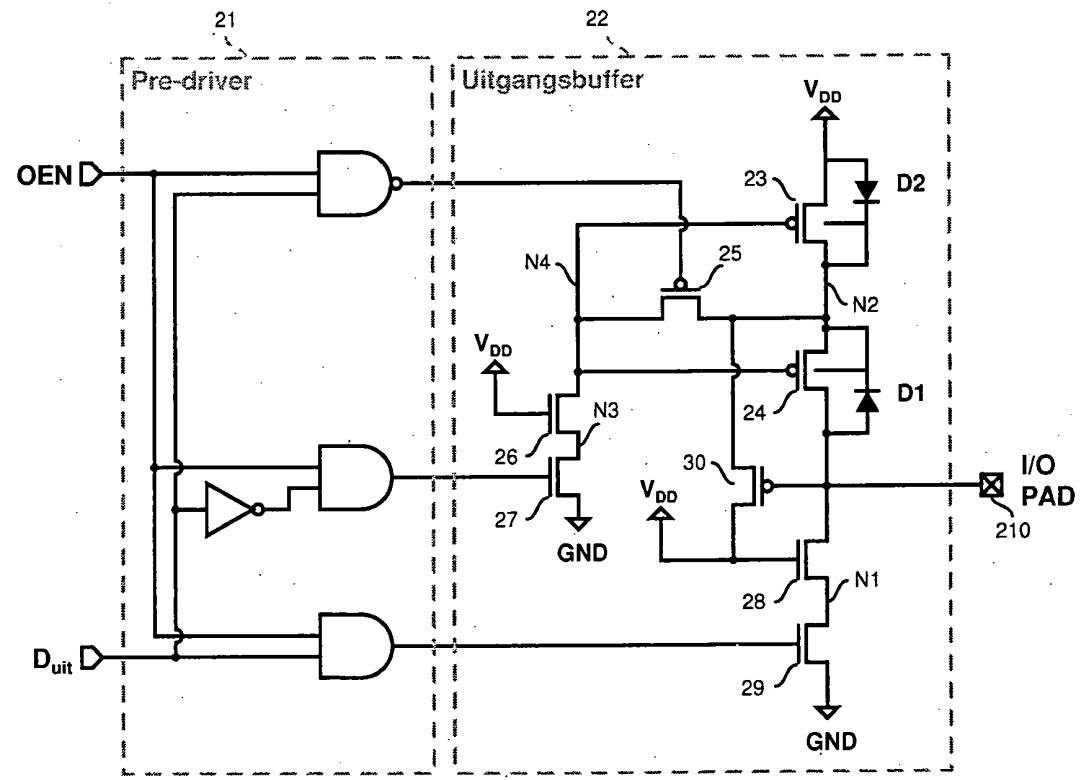


Fig.9

Uittreksel

DC-DC-convertercircuit

De uitvinding betreft een DC-DC-convertercircuit omvattende

- 5 - ingangsaansluiting (104) voor een DC-ingangsspanning (103) en uitgangsaansluiting voor een DC-uitgangsspanning,
 - een aantal schakelementen (112), waarvan ten minste één de DC-uitgangsspanning niet kan tolereren,
 - een halfgeleiderschakelaar (111) omvattende voornoemde schakelementen,
- 10 - een spanningsdoorlaatelement (107) verbonden met de halfgeleiderschakelaar die een signaal kan ontvangen op hogere spanning dan voornoemde DC-uitgangsspanning en die de DC-uitgangsspanning (105) kan leveren,
 - eerste instelmiddelen (108) die ten minste één middenspanningssignaal (113) afleiden met een spanning lager dan de DC-uitgangsspanning,
- 15 - tweede instelmiddel (109) dat de DC-ingangsspanning en het ten minste één middenspanningssignaal levert aan ten minste één schakelement.

+ FIG. 1

SAMENWERKINGSVERDRAG INZAKE OCTROOIEN

VERSLAG BETREFFENDE HET ONDERZOEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE OPGESTELD KRACHTENS ARTIKEL 21 § 9 VAN DE BELGISCHE WET OP DE UITVINDINGSOCTROOIEN VAN 28 MAART 1984

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF GEMACHTIGDE 11126IC00BE
Belgische nationale aanvraag nr. 201200464	Datum van indiening 05-07-2012
	Ingeroepen voorrangsdatum 09-09-2011
Aanvrager (Naam) ICsense NV	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 02-08-2012	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 58601
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven) Volgens de internationale octrooiclassificatie (CIB), of tezelfdertijd volgens de nationale classificatie en de CIB H02M1/088	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimum documentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC 8	H02M
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. ☐ MEN IS VAN OORDEEL DAT BEPAALDE CONCLUSIES NIET HET ONDERWERP KONDEN UITMAKEN VAN EEN ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)	
IV. ☐ GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING EN/OF VASTSTELLING BETREFFENDE DE OMVANG VAN HET ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)	

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek
BE 201200464

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
INV. H02M1/088
ADD.

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
H02M

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

EPO-Internal, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	US 4 367 421 A (BAKER RICHARD H) 4 januari 1983 (1983-01-04) * het gehele document *	1-14
A	US 4 900 955 A (KURPAN VINCENT E [US]) 13 februari 1990 (1990-02-13) * samenvatting * * figuur 2 * * kolom 1, regel 1 - kolom 2, regel 53 *	1-14
A	US 4 459 498 A (STENGL JENS-PEER [DE] ET AL) 10 juli 1984 (1984-07-10) * het gehele document *	1-14



Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.



Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

"D" in de octrooiaanvraag vermeld

"E" eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

"L" om andere redenen vermelde literatuur

"O" niet-schriftelijke stand van de techniek

"P" tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

"T" na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

"X" de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

"Y" de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

"&" lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

20 november 2012

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Lorenzo Barreiro, M

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 201200464

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 4367421	A	04-01-1983	GEEN
US 4900955	A	13-02-1990	GEEN
US 4459498	A	10-07-1984	DE 3026040 A1 28-01-1982
		EP 0043489 A1 13-01-1982	
		JP 57048828 A 20-03-1982	
		US 4459498 A 10-07-1984	



SCHRIFTELIJKE OPINIE

Dossier Nummer SN58601	Indieningsdatum (dag/maand/jaar) 05.07.2012	Vorrangsdatum (dag/maand/jaar) 09.09.2011	Aanvraagnummer BE201200464
Classificatie (IPC) INV. H02M1/088			
Aanvrager ICsense NV			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting en de corresponderende pagina's met betrekking tot de volgende onderdelen:

- ☒ Onderdeel I Basis van schriftelijke opinie
- ☐ Onderdeel II Voorrang
- ☐ Onderdeel III Formulering van een opinie inzake nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- ☐ Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- ☒ Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid; citaten en explicaties ter ondersteuning van deze verklaring
- ☐ Onderdeel VI Bepaalde geciteerde documenten
- ☐ Onderdeel VII Gebreken in de aanvraag
- ☐ Onderdeel VIII Opmerkingen betreffende de aanvraag

Form BE237A (Dekblad) (Januari 2007)	De Examinator Lorenzo Barreiro, M
--------------------------------------	--------------------------------------

Onderdeel I Basis van de opinie

1. Deze opinie is opgesteld op basis van de conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die, in voorkomend geval, genoemd worden in de aanvraag, is deze opinie opgesteld op basis van de volgende elementen:
 - a. Aard van het element:
 - ☐ een lijst van de sequentie(s)
 - ☐ tabel(len) met betrekking tot de lijst van de sequentie(s)
 - b. Type drager:
 - ☐ op papier
 - ☐ in elektronische vorm
 - c. Moment van indiening of levering:
 - ☐ opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - ☐ samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - ☐ later geleverd
3. ☐ Bovendien, wanneer er mer dan één versie of kopie van een sequentielijst of van één of meerdere tabellen die er betrekking op hebben, werd ingediend, zijn de benodigde verklaringen ingediend, dat de informatie, die later of bij wijze van aanvullende kopieën werd geleverd naar gelang het geval, identiek is aan diegene die oorspronkelijk werd geleverd en niet verder gaat dan de openbaarmaking in de internationale aanvraag zoals oorspronkelijk ingediend.
4. Aanvullende opmerkingen:

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Aanvraagnummer

BE201200464

Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid; citaten en explicaties ter ondersteuning van deze verklaring

1. Verklaring

Nieuwheid	Ja: Conclusies 1-14 Nee: Conclusies
Inventiviteit	Ja: Conclusies 1-14 Nee: Conclusies
Industriële toepasbaarheid	Ja: Conclusies 1-14 Nee: Conclusies

2. Citaten en explicaties:

Zie apart blad

Betreffende Item V

Beargumenteerde verklaring met betrekking tot nieuwheid, inventiviteit of industriële toepasbaarheid; referenties en toelichting ter ondersteuning van deze verklaring

1 Er wordt verwezen naar de volgende documenten:

D1 US 4 367 421 A (BAKER RICHARD H) 4 januari 1983 (1983-01-04)

D2 US 4 900 955 A (KURPAN VINCENT E [US]) 13 februari 1990 (1990-02-13)

D3 US 4 459 498 A (STENGL JENS-PEER [DE] ET AL) 10 juli 1984
(1984-07-10)

2 In document D1, dat wordt geacht de meest nabij gelegen stand van de techniek bij de materie volgens conclusie 1 te zijn, wordt geopenbaard:

- een meervoudig aantal schakelelementen, ingericht om te worden geschakeld tussen een open toestand en een gesloten toestand (**figuur 5; Q1-QN**), waarbij ten minste een van voornoemde schakelelementen niet in staat is om voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal te tolereren (**kolom 1; regel 5-11**),

- een halfgeleiderschakelaar omvattende voornoemd meervoudig aantal schakelelementen (**figuur 5; Q1-QN**),

- eerste instelmiddelen ingericht om te worden gevoed met voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal en om van voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal ten minste een middenspanningssignaal af te leiden met een spanningsniveau dat lager is dan voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal (**figuur 5; circuit dat instelspanningen genereert uit een gelijkspanningssignaal**),

- tweede instelmiddel dat is ingericht om te worden gevoed met (. ..) voornoemd ten minste een middenspanningssignaal (**figuur 5; instelspanningen**) en om (...) voornoemd ten minste een middenspanningssignaal te leveren aan ten minste een schakelelement van voornoemde halfgeleiderschakelaar, zodat voornoemde halfgeleiderschakelaar in voornoemde open toestand voornoemde spanning die hoger is dan voornoemd DC-uitgangsspanningssignaal kan tolereren (**figuur 5, uittreksel**).

2.1 Het verschil tussen de materie volgens conclusie 1 en dit bekende document D1 is derhalve dat

- Het instelcircuit wordt specifiek toegepast op een DC-DC-omzetcircuit voor het opvoeren van een DC-ingangsspanningssignaal aan een DC-uitgangsspanningssignaal (circuit omvattende ingangs- en uitgangsterminals en een spanningsdoorgangselement dat een DC-uitgangsspanningssignaal aan de uitgangsterminal levert)
- Het circuit omvat een regelblok dat is opgesteld voor het ontvangen van het genoemde DC-ingangsspanningssignaal en het genoemde DC-uitgangsspanningssignaal en omvat een schakelbesturingslogica die is opgesteld voor het vergelijken van het genoemde DC-uitgangsspanningssignaal met een referentiespanningssignaal en voor het uitvoeren van een aandrijfsignaal volgens de uitkomst van de genoemde vergelijken,
- Het circuit omvat een buffer die is opgesteld voor het ontvangen van het genoemde aandrijfsignaal en voor het leveren van een spanningssignaal dat overeenkomt met het genoemde DC-ingangsspanningssignaal met een schakelelement van de genoemde halfgeleiderschakeling.

De materie is derhalve nieuw.

- 2.2 Het door de onderhavige uitvinding op te lossen probleem kan derhalve worden beschouwd als hoe een schakelcircuit te implementeren dat specifiek is voor een DC-DC boost-omzetter omvattende een aantal schakelelementen, waardoor het mogelijk is laagspanningshalfgeleiderinrichtingen te gebruiken die bij relatief hoge spanningen wanneer deze serieel zijn verbonden geschakeld kunnen worden.

- 2.3 De oplossing voor dit probleem die in conclusie 1 van de onderhavige aanvraag wordt voorgesteld, wordt geacht inventiviteit te omvatten vanwege de volgende redenen:

In de stand van de techniek worden verschillende opties voor het schakelen van seriële laagspanningstransistors bij een relatief hoog spanningsniveau getoond. In al die circuits worden de tussenspanningen echter gegenereerd door de schakelspanning in verschillende instelspanningen te verdelen en nooit de uitgangsspanning en de ingangsspanning van een boost-omzetter te gebruiken om de tussenspanningen te genereren.

- 3 De conclusies 2-7 en 9-14 zijn afhankelijk van conclusie 1 en voldoen als zodanig eveneens aan de eisen met betrekking tot nieuwigheid en inventiviteit.

- 3.1 Conclusie 8 is niet duidelijk. Een DC-spanningssignaal kan niet via een inductieve koppeling (die wisselstroomsignalen verzendt) worden verzonden. Zelfs wanneer het DC-signaal wordt omgezet om het resulterende signaal op de DC-DC-omzetter toe te passen, dan lijken bepaalde maatregelen die essentieel zijn voor de definitie van de uitvinding om deze implementatie te verduidelijken, te ontbreken.