

19



NL Octrooicentrum

11

2003293

12 C OCTROOI

21 Aanvraagnummer: **2003293**

51 Int.Cl.:
H02M 3/158 (2006.01)

22 Aanvraag ingediend: **27.07.2009**

43 Aanvraag gepubliceerd:
-

73 Octrooihouder(s):
Intivation Holding B.V. te Amsterdam.

47 Octrooi verleend:
31.01.2011

72 Uitvinder(s):
**Menno Kardolus te Duivendrecht.
Mark Alexander Gröninger te Oosterhout.
Jacobus Harmen Schijffelen te Breda.**

45 Octrooischrift uitgegeven:
09.02.2011

74 Gemachtigde:
Ir. C.W.A.M. Klavers te Almere.

54 **DC-DC voltage converter having off-phase controlled parallel switching branches.**

57 It is disclosed a DC-DC converter comprising at least two parallel branches fed by a converter input voltage, each branch comprising a series arrangement of a controllable switch having a control input for influencing the branch current concerned, and an inductor for deriving a converter output voltage. The converter further comprises phase shifting means coupled to at least one of the control inputs for creating a timing difference between the branch currents.

NL C 2003293

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift wijkt af van de oorspronkelijk ingediende stukken. Alle ingediende stukken kunnen bij NL Octrooicentrum worden ingezien.

DC-DC VOLTAGE CONVERTER HAVING OFF-PHASE CONTROLLED
PARALLEL SWITCHING BRANCHES

5 The present invention relates to a DC-DC converter
comprising at least two parallel branches fed by a
converter input voltage, each branch comprising a series
arrangement of a controllable switch having a control input
for influencing the branch current concerned, and an
inductor for deriving a converter output voltage.

10

EP-1.356.576 discloses two embodiments of a low
voltage solar converter. The present invention is delimited
from the first embodiment.

15 The first embodiment (see figs. 1 and 2) comprises
two solar cell connected inductors included in parallel
switching branches having a low voltage step-up converter
and a second converter respectively. The low voltage
converter has two inductor coupled in-phase controlled
parallel branches having switches holding control inputs
20 controlled by a first oscillator. The first switch which is
a bipolar transistor switch comprises a self starting step
up facility for starting the converter on low solar input
voltages by adding thereto a supplementing pulsed step-up
voltage. After the step-up, at a higher internal converter
25 supply voltage, the second switch which is a MOSFET
transistor switch comes in and deactivates the first
switch. Thereafter, at a still higher supply voltage, the
second converter starts conversion by means of switching
the current through the second inductor, thus further
30 boosting the power conversion to a final level at which the
second converter is deactivated, where after only the
second switch takes over.

35 The second embodiment (see fig. 3) discloses a low
voltage step-up converter comprising an inductor which is
connected to a parallel arrangement of an oscillator
controlled step-up switch and a software driven MOSFET
switch. As soon as the voltage supplied by the step-up
switch is high enough it is deactivated and the latter

switch takes over the conversion.

5 It is a disadvantage of the known converter that the control of the switches in particular by means of oscillators draws a lot of power from the total DC power generated by converter, in particular at start up of the converter with low input voltage, such as for example derived from solar cells.

10 It is the object of the present invention to provide a more efficient converter, whose DC power yield is high, specifically in conditions wherein the input power is low.

15 Thereto the converter according to the invention is characterised in that the converter further comprises phase shifting means coupled to at least one of the control inputs for creating a timing difference between the branch currents.

20 A converter having phase shifting means for control of the switches consumes less power than oscillators used for control of the switches. Therefore the total efficiency of the converter according to the invention has increased.

25 In addition less hardware components are included in such phase shifting means, which reduces chip area, as well as costs both for components and for the manufacturing of the converters according to the invention. This reduces the overall cost price of such converters.

30 In general the converter has one branch which functions during initial start-up when the input voltage is relatively low. This branch has its own inductor which in practise is chosen to have an inductance with the help whereof the start-up of the converter is as short and effective as possible, also under circumstances of low input power. The same goes for the switch and the way the switch is controlled, in practice its frequency and pulse
35 duration, which preferably are chosen, controlled and tailored to the input source and its provided DC power, are optimised for maximum input power extraction.

After an initial start-up when already some DC output power is available, the next branch may come in and if both branches work together for simultaneously creating DC power they do so due to the phase shifting means on a different time scale, in order not to place a too heavy load at this stage on the input source.

The timing difference will normally be controllable in order to gradually increase or decrease the load on the input source when the momentary conditions of the input voltage so require. This way the converter according to the present invention is capable of coping very well with dynamic converter input conditions.

Under circumstances the converter described so far having two branches may be a pre-converter whose activities are taken over once the initial and further start-up have ended and normal input power conditions apply. This is however no requirement, but a possibility.

Further detailed possible embodiments, which are defined in the other claims, are discussed in conjunction with the associated advantages in the description below.

The converter according to the present invention will now be explained in more detail with reference to the figure below, which shows a functional circuit diagram of possible embodiments of the converter according to the invention.

The figure shows a part of a DC-DC converter 1, comprising in this case two parallel branches B1 and B2 which are fed by a converter input voltage on converter input terminals 2. The branches B1 and B2 each comprise a series arrangement of a controllable switch S1 and S2 each having a control input C1 and C2 and branch coil inductors L1 and L2. By appropriately control on the control inputs C1, C2 the associated switches S1, S2 are opened and closed for influencing the respective branch currents I1 and I2 through the series arrangements. One way conducting

semiconductors for simplicity shown as simple diodes D1 and D2 are connected between connecting points P1 and P2 of the conductors L1, L2 and the switches S1, S2 respectively and a converter output terminal 3 for a converter output
5 voltage. Between terminal 3 and ground the converter 1 has a capacitor 4.

In general the converter 1 may comprise more than two parallel branches, and/or one or both inductors L1, L2 may be shared with two switches, such as described in EP-
10 1.356.576. The complete disclosure of that prior patent publication is supposed to be inserted here, by reference thereto, as it contains features, elements and details which may be combined with the disclosure of the present description, and may serve to provide an additional
15 explanation of technical elements.

One of the branches say branch B2 is the start-up branch. If its switch S2, like S1, is open an input voltage on terminal 2 above a transition threshold of the semiconductors D1, D2 will load capacitor 4. If the
20 capacitor 4 is sufficiently loaded a trigger circuit 5 between output terminal 3 and the control input C2 of switch S2 will provide switching control pulses to control input C2, in order to self start the switching of current I2 through inductor L2. This will provide a higher
25 converter output voltage on output terminal 3. Preferably the self starting branch B2, comprises a MOSFET switch which requires a relatively low gate voltage for controllably changing its conduction state. An inductor L2 having an inductance of around 47 μ H is found to be most
30 suitable to function in the start-up branch B2 at switching frequencies ranging from 50-500 KHz.

For cases where a very low input voltage on converter input terminals 2 is to be expected the converter 1 may comprise a supplementary circuit 6 generally coupled to the
35 converter output terminal 3. The circuit 6 then adds supplementary step-up power to the converter output voltage 3 during start-up, in order to allow the output voltage to be built up to a level which is sufficient to self start

switching of branch current I2 with a very low converter input voltage.

5 EP-1.356.576 mentioned earlier gives a detailed example of a pulsed oscillator voltage added to a low solar input voltage in order to enhance the self starting of a branch, wherein the current through one inductance is being switched by two parallel controllable switches. Similar supplementary circuits 6 for application in a separate branch can be devised in an obvious way by the man skilled in the relevant art. In general such a supplementary circuit 6 may comprise a voltage multiplier, for example a voltage doubler based on the loading of stacked capacitors, some capacitive energy source, an auxiliary battery, an LC resonant energy source, an oscillator, a magnetic energy source for example a transformer energy source, and the like.

10 Possibly in addition to the above circuits 6 the converter 1 may comprise one or more control devices 7, which device in case of one branch B2 is coupled to the control input C2. If more branches B1, B2 et cetera are applied, as will be elucidated hereafter, the control devices may be coupled to further control inputs C1, C2 et cetera of the respective switches S1, S2 et cetera in de applied branches B1, B2 et cetera. Details of the circuitry included in such control devices 7 are set out in WO 25 2008/120970. The complete disclosure of that prior PCT patent publication is supposed to be inserted here, by reference thereto, as it contains features, elements and details which may be combined with the disclosure of the present description, and may serve to provide an additional explanation of relevant technical elements. In relation to the control devices 7 it is noted that essentially the control signals on the control inputs C1, C2 et cetera are pulse width modulated signals included in an overall pulse width period. The pulse width of these signals normally define the time span wherein the switches are closed and magnetic energy builds up in the inductors L1, L2 et cetera, which energy is released upon opening of the switch

concerned into the capacitor 4. At least one control device
7 which in case of one start-up branch B2 will be coupled
to its control input C2, is equipped for controlling the
overall pulse width period to reduce power consumption of
5 the converter, in particular during start-up with low
converter input voltage. This provides an extra measure to
ensure that power is saved during the start-up phase
wherein possibly not much power might be available.

If more than one branch B1, B2 is included in the
10 converter 1 power can be saved by safeguarding that the
branch currents embodied by I1, I2 in case of two branches
B1, B2 do not flow simultaneously or at least are not at
their maximum at the same time. This way maximum power in a
given time span is extracted from the input source, such as
15 a solar cell, connected to the input terminals 2. This can
be achieved by the inclusion of phase shifting means 8
which serve to create a timing difference or delay between
the branch currents. Such phase shifting means 8, which may
be embodied by varying phase shifting means, are easier to
20 built, have fewer components and consume less power than
oscillators. Given the fact that the start-up branch say B2
is current switching and creates power the control voltage
for control input C1 can be derived through the phase
shifting means 8 from for example that branch current I2 or
25 from the control signal on control input C2 of switch S2.
The phase shifting means 8 will then at least on one side
be coupled to the control input C1 of the switch S1. If the
switches S1 and S2 are identical it may be preferred to
connect the phase shifting means 8 between the control
30 inputs C1 and C2, as shown in the figure.

In an alternative embodiment not shown in the figure
the connection point P2 in branch B2 of the controllable
switch S2 and the inductor L2 is crosswise linked through
the phase shifting means 8 to the control input C1 of the
35 controllable switch S1 in the branch B1.

In general the converter 1 may comprise more than two
branches having switch control inputs so linked through the
phase shifting means 8 to the connection point P2 in the

start-up branch B2, or to one another.

The phase shifting means 8 can for example be embodied by a parallel arrangement of simply a possibly variable capacitor and a possibly variable resistance which are easy to integrate on limited chip area, or an
5 inductance and a resistor, or combinations thereof.

If B2 is the start-up branch then it is preferred to embody switch B1 as a bipolar switch, which is arranged in series with the inductor L1 having an inductance of around
10 10 mH.

The controllable switches S1, S2 may be controllable semiconductors, such as bipolar transistors or FET's.

CONCLUSIES

1. Een DC-DC omzetter omvattende twee parallelle door
een converter ingangsspanning, afkomstig van één of meer
5 zonnecellen, gevoede takken waarbij elke tak een
serieschakeling van een bestuurbare schakelaar met een
sturingang voor beïnvloeding van de betreffende takstroom,
en een inductor bevat voor het afleiden van een converter
uitgangsspanning, en de omzetter verder faseverschuiving
10 middelen omvat die gekoppeld zijn met beide sturingangen
voor het creëren van een instelbaar tijdsverschil tussen de
taksstromen waarmee de momentane belasting van genoemde
zonnecellen te beïnvloeden is, waarbij de ene tak die is
ingericht voor het op basis van de ingangsspanning zelf
15 starten van een schakelen van diens takstroom is voorzien
van een MOSFET schakelaar met een lage gate-source
drempelspanning en in serie daarmee geschakeld diens
inductor met een inductantie van rond 50 μH , en waarbij de
andere niet zelfstartende tak is voorzien van een bipolaire
20 schakelaar en in serie daarmee geschakeld diens inductor
met een inductantie van rond 10 mH.

2. De omzetter volgens conclusie 1, met het kenmerk
dat een aansluitpunt in een tak tussen diens bestuurbare
25 schakelaar en diens inductor via de faseverschuiving
middelen is verbonden met de sturingang van de andere
bestuurbare schakelaar in de andere tak.

3. De omzetter volgens conclusie 1 of 2, met het
30 kenmerk dat de omzetter een suppletie circuit omvat dat met
een converter uitgangsklem is gekoppeld voor het aan de
converter uitgangsspanning toevoegen van suppletie
vermogen, in het bijzonder gedurende het opstarten met een
lage converter ingangsspanning.

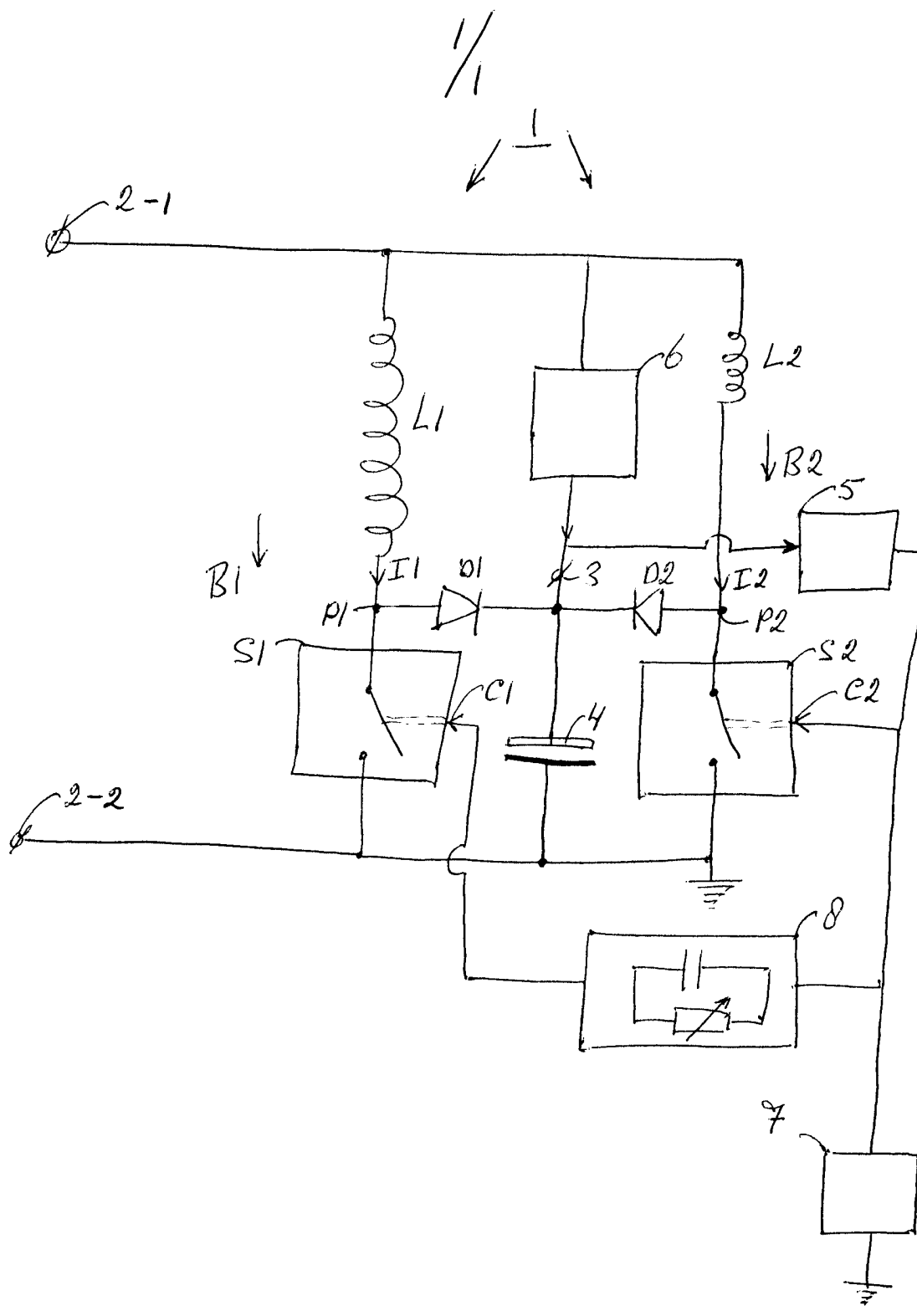
35

4. De omzetter volgens conclusie 3, met het kenmerk
dat het suppletie circuit een spanningsvermenigvuldiger,
bijvoorbeeld een spanningsverdubbelaar, een capacatieve

energiebron, een LC energiebron, een batterij, een oscillator, een magnetische energiebron bijvoorbeeld een transformator energiebron en dergelijke omvat.

5 5. De omzetter volgens één van de conclusies 1-4, met
het kenmerk dat de omzetter één of meer stuurinrichtingen
omvat voor het verschaffen van een stuursignaal op de
stuuringang van ten minste één van de schakelaars, welk
signaal een pulsbreedte gemoduleerd signaal is dat is
10 opgenomen in een gehele pulsbreedte periode.

 6. De omzetter volgens conclusies 5, met het kenmerk
dat de ten minste ene stuurinrichting is uitgerust voor
regeling van de gehele pulsbreedte periode ter beperking
15 van het energieverbruik van de omzetter, in het bijzonder
doch niet uitsluitend gedurende het opstarten met een lage
converter ingangsspanning.



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE 20.762
Nederlands aanvraag nr. 2003293	Indieningsdatum 27-07-2009
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) INTIVATION HOLDING B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 02-09-2009	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 52833
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale classificatie (IPC) H02M3/158	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimumdocumentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC 8	H02M
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III.	GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)
IV.	GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (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
NL 2003293

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
INV. H02M3/158

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.
X	US 2006/077604 A1 (ARAIAN JANSEN) 13 april 2006 (2006-04-13) samenvatting figuren 1-4,6 alineas [0002], [0010] - [0013], [0019], [0024] ----- -/--	1-7,9-15

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octroofamilie 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 octrooiaanvraag, 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 voorrangdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

T na de indieningsdatum of de voorrangdatum 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 octroofamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

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

20 Januari 2010

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

Lund, Michael

**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
NL 2003293

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	<p>US 5 278 489 A (MARK C. BOWERS) 11 januari 1994 (1994-01-11) samenvatting figuur 1 kolom 1, regel 63 - kolom 2, regel 14 kolom 2, regel 17 - regel 23 kolom 3 kolom 2, regel 58 - regel 64 kolom 3, regel 11 - regel 25 kolom 3, regel 32 - regel 36 kolom 3, regel 49 - regel 53 kolom 4, regel 67 - kolom 5, regel 7 conclusies 1,4</p>	1-7,9-15
X	<p>US 4 384 321 A (WALLY E. RIPPEL) 17 mei 1983 (1983-05-17) samenvatting figuren 1-3 kolom 1, regel 15 - regel 20 kolom 3, regel 51 - regel 60 kolom 3, regel 68 - kolom 4, regel 16 kolom 4, regel 25 - regel 38</p>	1,2,4-15
X	<p>EP 1 562 278 A (HONDA MOTOR CO.) 17 november 1925 (1925-11-17) alinea's [0010] - [0012], [0017], [0019], [0020], [0023] - [0026], [0035], [0051] figuren 1-3,5,9,10</p>	1-15
A	<p>EP 1 356 576 B1 (TRUE SOLAR AUTONOMY HOLDING) 29 oktober 2003 (2003-10-29) in de aanvraag genoemd alinea's [0001], [0002], [0004], [0005], [0009] - [0011], [0013], [0022], [0027] conclusie 2 figuren 1-3</p>	2,3,8, 12,13

**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

NL 2003293

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 2006077604	A1	13-04-2006	CA 2575716 A1 16-03-2006 EP 1800198 A2 27-06-2007 JP 2008512982 T 24-04-2008 WO 2006029323 A2 16-03-2006
US 5278489	A	11-01-1994	GEEN
US 4384321	A	17-05-1983	GEEN
EP 1562278	A	10-08-2005	JP 3751306 B2 01-03-2006 JP 2005224058 A 18-08-2005 US 2005174097 A1 11-08-2005
EP 1356576	B1	06-10-2004	EP 1356576 A2 29-10-2003



File No. SN52833	Filing date (day/month/year) 27.07.2009	Priority date (day/month/year)	Application No. NL2003293
International Patent Classification (IPC) INV. H02M3/158			
Applicant Intivation Holding B.V. te Amsterdam			

This opinion contains indications relating to the following items:

- Box No. I Basis of the opinion
- Box No. II Priority
- Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- Box No. IV Lack of unity of invention
- Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- Box No. VI Certain documents cited
- Box No. VII Certain defects in the application
- Box No. VIII Certain observations on the application

Examiner Lund, Michael

WRITTEN OPINION

Application number

NL2003293

Box No. I Basis of this opinion

1. This opinion has been established on the basis of the latest set of claims filed before the start of the search.
2. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
 - a. type of material:
 - a sequence listing
 - table(s) related to the sequence listing
 - b. format of material:
 - on paper
 - in electronic form
 - c. time of filing/furnishing:
 - contained in the application as filed.
 - filed together with the application in electronic form.
 - furnished subsequently for the purposes of search.
3. In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty	Yes: Claims	8,9,12,13,15
	No: Claims	1-7,10,11,14
Inventive step	Yes: Claims	
	No: Claims	1-15
Industrial applicability	Yes: Claims	1-15
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

Reference is made to the following documents:

D1: US2006077604

D2: EP1562278

D3: EP1356576

1. The present application does not meet the criteria of patentability, because the subject-matter of claim 1 is not new.

1.1 The document D1 discloses (the references in parentheses applying to this document): *Een DC-DC omzetter (20) omvattende ten minste twee parallele door een converter ingangsspanning gevoede takken (21,23), waarbij elke tak een serieschakeling van een bestuurbare schakelaar (M1,M2) met een sturingang voor beïnvloeding van de betreffende takstroom, en een inductor (L1,L2) bevat voor het afleiden van een converter verder faseverschuiving middelen omvat (see paragraph 11) die gekoppeld zijn met ten minste een van de sturingangen voor het creëren van een tijdsverschil tussen de takstromen (see paragraph 11).*

2. Dependent claims 2-15 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, appear to meet the requirements of novelty and inventive step, see the documents and the corresponding passages cited in the search report.

2.1 Claim 2: This characteristic is implicit. Below a certain input voltage the control circuit has not got sufficient voltage to operate. At a higher input voltage operation becomes possible and the DC-DC converter starts operating. D3 is elaborating on a configuration for starting such a boost converter from a low input voltage:

2.2 Claim 3: The "low gate-source threshold voltage" is subjective and thus not clear. D3 elaborates on the problem of operating the converter at low input voltages and the relevance of the gate-source threshold voltage.

2.3 Claim 4: See D1, figure 6 as one example from the prior art.

2.4 Claim 5: See D1, paragraph 11.