



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **337360**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

H02J 7/02 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20140316	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2014.03.11	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2014.03.11	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2015.09.14		
(45)	Meddelt	2016.03.29		
(73)	Innehaver	Zaptec IP AS, Postboks 8109, 4068 STAVANGER, Norge Kjetil André Næsje, Askeveien 8, 4314 SANDNES, Norge Per Hassel Sørensen, Forsandveien 13, 4307 SANDNES, Norge Øyvind Wetteland, Rødknappbakken 28, 4025 STAVANGER, Norge Brage W Johansen, Hellevegen 24, 4052 RØYNEBERG, Norge Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge		
(72)	Oppfinner			
(74)	Fullmektig			
(54)	Benevnelse	Strømforsyningssystem for lading av elektriske kjøretøy		
(56)	Anførte publikasjoner	US 2013/0234675 A1 EP 1936775 A1 US 2014/0062394 A1		
(57)	Sammendrag			

Oppfinnelsen vedrører et strømforsyningssystem som er hensiktsmessig for konvertering og/eller isolering av ladestrøm som tilføres et kjøretøyladesystem i batteridrevet kjøretøy. Systemet omfatter en isoleringstransformator som tillater minst én av elektrisk isolering og spenningskonvertering mellom en primær strømkilde og kjøretøyladesystemet. Transformatoren omfatter en primær side der én eller flere terminaler på den primære siden kan kobles elektrisk til den primære strømkilden og en sekundær side, der én eller flere terminaler på den sekundære siden kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet, en EVSE-styringsinnretning som kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet, en datakommunikasjonslinje koblet til EVSE-styringsinnretningen og som kan kobles til kjøretøyladesystemet, der denne datakommunikasjonslinjen når den er koblet til kjøretøyladesystemet tillater overføring av styringssignaler til kjøretøyladesystemet, overvåke kobling mellom sekundær side og kjøretøyladesystemet og overvåke minst én parameter relatert til ladningsstatusen til kjøretøyladesystemet under ladning. Strømforsyningssystemet er ytterligere kjennetegnet ved at isoleringstransformatoren er en solid-state-transformator og videre ved at isoleringstransformatoren og EVSE-styringsinnretningen utgjør en integrert enhet, dvs., fysisk anbrakt i felles enhet.

Teknisk område

Oppfinnelsen vedrører generelt fagområdet for strømforsyningssystemer. Mer spesifikt vedrører den strømforsyningssystem som er hensiktsmessig for konvertering og/eller isolering av ladestrøm som tilføres et kjøretøyladesystem i batteridrevet kjøretøy.

Bakgrunn for oppfinnelsen

Moderne, elektriske kjøretøyer eller hybridkjøretøyer er i en større grad tilpasset de spesifikke preferansene til brukerne. Den samme mengden komfort som tilveiebringes ved tradisjonelle forbrenningsmotorkjøretøyer er normalt forventet, slik som god plass i kupeen, rask akselerasjon, lang aksjonsradius, oppvarmingsfasiliteter, elektrisk avising, stor utstyrspakke osv.

Kombinasjonen av disse kravene fører til en rask økning i forbruket av elektrisk kraft per kjørte kilometer, som igjen nødvendiggjør en stor økning i batterikapasiteten. Moderne litiumbaserte batterier løser mange av utfordringene som er satt ved kravene. I kjølvannet av batteriutviklingen har imidlertid andre utfordringer oppstått.

Et batteri i et moderne, elektrisk kjøretøy krever en stor mengde energi før det er fulladet. Ladningen fra et normalt, hjemmebasert enfase-strømpunkt (f.eks. 230 V / 10 A) er langsom, typisk 10-35 timer. Dette reduserer anvendeligheten til kjøretøyet fordi brukeren må tilpasse sin aksjonsradius i større grad enn for kjøretøyer med forbrenningsmotor, og gir dermed redusert komfortnivå på grunn av følt reduksjon i aksjonsradius, pålitelighet og forutsigbarhet.

For å kunne kompensere for de ovennevnte ulempene må energitilførselen finne sted ved en høyere rate. Mange av dagens elektriske kjøretøyer er i stand til å motta strøm ved et vesentlig høyere nivå fra trefase-baserte jordingssystemer sammenlignet med strøm fra tilsvarende enfase-uttak.

Det finnes tre familier med internasjonalt standardiserte jordingssystemer i verden, TN-systemet, TT-systemet og IT-systemet:

TN-systemet:

I et TN-system er transformatorens nøytral jordet og godset i enhver elektrisk belastning er koblet til nøytralen. Figurene 1A og B viser diagrammer fra den kjente teknikken som beskriver henholdsvis et TN-S- og et TN-C-jordingssystem, som blant annet illustrerer en jordingssystemtransformator 1, elektriske belastninger 2 og et belastningsgods 3. I begge konfigurasjoner er transformatorens nøytral koblet til jord. I TN-S-systemet er både godset 3 til den elektriske belastningen 2 og belastningens nøytral koblet til en felles jordingsleder (PEN), mens i TN-C-jordingssystemet så er godset 3 til de elektriske ladningene 2 og belastningens

nøytral henholdsvis koblet til en jordingsleder (PE) og en nøytral leder (N). Fase-til-fase spenningen mellom strømlederne (L1-L3) er typisk 400 VAC. Videre er fase-til-nøytral spenningen mellom henholdsvis hver strømleder (L1-L3) og den nøytrale lederen (N) typisk 230 VAC. I tilfelle med en lekkasjestrøm i én eller flere

5 av de tre strømlederne (L1-L3) så går den relevante delen over i en kortslutning som kan bli koblet fra med Short-Circuit Protection Devices (SCPD). TN-systemet er også ansett å være relativt brannsikkert fordi enhver jordingsfeil som overskrider merkestrømmen forårsaker en umiddelbar utkobling av den defekte kretsen.

TT-systemet:

10 Som i et TN-system er transformatorens nøytral i TT-systemet jordet via en første jordingskobling og fase-til-fase spenningen er typisk 400 VAC. Som vist i diagrammet fra den kjente teknikken på figur 2 er videre gods 3 for enhver elektrisk belastning 2 koblet til en andre jordingskobling. Enhver lekkasjestrøm blir i dette systemet begrenset ved en impedans (ikke vist) mellom de to jordingskoblingene og

15 den sviktede delen kan bli koblet ut med en Residual Current Device (RCD). Som på figur 1 er jordingssystemtransformatoren 1 illustrert på figur 2.

IT-systemet:

I motsetning til både TN- og TT-systemet er transformatorens nøytral i IT-systemet i teorien ikke jordet men må være tilveiebrakt med en separat jord på hver

20 forbruker. Dette er illustrert i diagrammer fra den kjente teknikken på figur 3 som viser en jordingssystemtransformator 1, en elektrisk belastning 2 og et belastningsgods 3. I realiteten er IT-systemet koblet til jord ved sprede-kapasiteter 4 i nettverket og/eller ved en høy impedans (typisk 1'500 Ω). Videre er fase-til-fase spenningen typisk 230 VAC, dvs. omtrent 40 % lavere enn for TN- og TT-systemer.

25 I tilfelle med isoleringsfeil i IT-systemet blir en liten strøm utviklet på grunn av nettverkets sprede-kapasiteter 4, som i seg selv ikke utgjør noen farerisiko. Dersom en andre feil oppstår og den første feilen ennå ikke har blitt eliminert så oppstår imidlertid en kortslutning og en SCPD må tilveiebringe den nødvendige beskyttelsen.

30 Uavhengig av jordingssystemene som benyttes på ladestedet bør det alltid være en elektrisk kjøretøy forsyningsutstyr (EVSE)-enhet til stede for å kunne sette i gang kraftstrømmen over en ladeleder fra strømkilden til batteriet som skal lades og for å utføre viktig kommunikasjon mellom det batteri-inneholdende, oppladbare systemet (f.eks. et elektrisk kjøretøy) og ladekilden for ladning. Dette er skjematisk illustrert

35 på figur 5, som viser et prinsipielt kretsdiagram fra den kjente teknikken der strøm blir tilført fra en strømkilde eller fordelingskabinett 5 til en EVSE-enhet 6 uten noen strømkonvertering. Signalet mellom EVSE-enheten og det oppladbare systemet er normalt av typen pulsbreddemodulering (PWM) som strømmer over en dedikert PWM-linje 8, der pulsbredden tilveiebringer informasjon omkring den

40 maksimale, mottakbare strømmen som kan trekkes fra den tilkoblede strømkilden 5.

Det oppladbare systemet 7 kan også sende ut retursignal tilbake til EVSE-enheten 6 for å gi informasjon omkring ladestatusen og eventuelle feil basert på variasjoner i strømuttaket over den samme PWM-linjen 8. EVSE-enheten 6 tillater slik en effektiv utveksling av informasjon mellom enheten 6 og det oppladbare systemet 7 som kan forhindre overbelastning av den lokale strømkilden 5 mens brukeren får status- og feilrapporter. I tillegg sikrer EVSE-enheten 6 at dens inngående ladeplugg ikke er strømsatt før eventuell kobling til det oppladbare systemet 7.

Blant de tre jordingssystemene som er nevnt ovenfor er IT-jordingssystemet ansett å være det minst hensiktsmessige for trefase-ladning på grunn av de følgende hovedkarakteristikaene:

- Fravær av nøytral leder (N)
- Lavere fase-til-fase spenning
- Større variasjon i jordingskvalitet
- Risiko for uoppdaget jordingsfeil.

IT-systemets mangel på hensiktsmessighet kan i det minste lindres ved introduksjonen av en transformator som muliggjør transformeringer fra et IT-system til et TN- eller TT-system. Spenningen kan slik bli bedre tilpasset spesifikasjonen til batteriet i et elektrisk kjøretøy (eller ethvert annet batteridrevet system) for å gi den mest effektive ladningen, f.eks. en fase-til-fase spenning på 400 VAC. I tillegg tilveiebringer en slik transformator en strømkilde som er galvanisk isolert med en separat jordingskobling. Et slikt strømforsyningssystem er illustrert på figur 5, som viser et prinsipielt kretsdiagram fra kjent teknikk der kraft som tilføres fra en strømkilde eller fordelingskabinett 5 blir konvertert ved hjelp av en galvanisk isoleringstransformator 9 før den blir sendt inn i EVSE-enheten 6.

En transformator som tilveiebringer galvanisk isolering fra jordingssystemet kan til og med vise seg å være nyttig også for brukere som benytter et fullt installert TN-og/eller TT-system. Det har nylig f.eks. vært indikasjoner på ladeproblemer for visse elektriske kjøretøyer som er antatt å være relatert til jordingskvaliteten. En dedikert isoleringstransformator gir muligheten av å sette på en separat jording, for slik å redusere risikoen for å oppleve jordingsrelaterte ladningsproblemer.

Imidlertid er installeringen av slike tradisjonelle isoleringstransformatorer, i kombinasjon med en EVSE-enhet, belemret med flere uønskede effekter:

- Det totale volumet på og vekten av ladningssystemet som inkluderer EVSE-enheten og transformatoren øker.
- Støynivået er høyere.
- Estetikken til tradisjonelle transformatorer er ansett som dårlig.

- Innkjøpet av separate transformatorer og EVSE-enheter øker total kostnadene.
 - Tradisjonelle transformatorer nødvendiggjør anvendelse av tidsforsinkede sikringer på grunn av høyinduktiv strøm som strømmer i systemet.
 - De tradisjonelle transformatorene gjør det nødvendig med kontinuerlig drift og forårsaker en økning i tap ved nullbelastning.
 - Den generelle brannfaren øker med introduksjonen av ytterligere elektriske komponenter slik som isoleringstransformatorer.
- En isoleringstransformator som er passende for formålet som er nevnt ovenfor har typisk en vekt på mellom 70 og 100 kilogram og et volum på mellom 0,25 – 0,5 m², noe som gjør det nødvendig med ytterligere personell og/eller utstyr ved installeringer. Det økte støynivået kan i det minste lindres ved å tilveiebringe dedikerte fundamenter, men dette vil forårsake en økning i kostnad og muligens føre til enda dårligere estetikk. Den siste ulempen vil være tydeligere dersom det foreligger noen galvaniserte blikkplater med åpninger for kjøleluft. Av disse grunnene er det ofte ønskelig å finne eller danne et installeringssted som i stor grad skjuler transformatorene, for slik å gi en utfordring som ytterligere øker total kostnaden.
- Anvendelsen av tidsforsinkede sikringer under aktivering av transformatoren for å kompensere for den høye induktive strømmen som strømmer i systemet gir en redusert beskyttelse ved feilbetingelser fordi denne typen sikring er langsommere og krever mer kraft før den utløses. Et ytterligere mykstartsystem eller et null-kryssings-innslagssystem kan lindre ulempen med tidsforsinkede sikringer. Imidlertid fører dette til ytterligere økning i kompleksitet og kostnad.
- Et annet problem med tradisjonelle transformatorer er det faktumet at de normalt er i kontinuerlig drift. Det vil dermed være et tap ved nullbelastning som kan variere avhengig av den spesifikke konfigurasjonen til transformatoren. Som et eksempel er et typisk tap ved nullbelastning fra en 15 kVA transformator mellom 100 og 250 W. Slike tap ved nullbelastning kan bli redusert noe ved å investere i en mer omstendelig transformator som gir drift med færre virvelstrømtap og resistenstap, men på bekostning av høyere kostnad. I tillegg til tapene ved nullbelastning vil det oppstå tap under ladning, primært på grunn av kobbertap, men også fra virvelstrømtap og magnet-akustiske tap. Normalt utgjør disse ladningstapene 2-5 % av transformert kraft i en tradisjonell transformator.
- Enhver investering i EVSE-enheter og påfølgende installeringskostnader må bli plusset på investerings-, transport- og installeringskostnadene for en hensiktsmessig transformator.

Det er derfor et formål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe et kostnads- og energieffektivt strømforsyningssystem for ladning av et batteri i et oppladbart system, som tillater høy jordingskvalitet på ladestedet. Et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et strømtilførselssystem som lindrer i det minste noen av ulempene som er nevnt ovenfor ved installeringen av tradisjonelle isoleringstransformatorer.

Oppsummering av oppfinnelsen

Formålene som er identifisert ovenfor blir oppnådd med et strømtilførselssystem i overenstemmelse med krav 1. Ytterligere fordelaktige trekk er definert i de gjenværende, avhengige kravene.

Spesielt angår oppfinnelsen et strømforsyningssystem som er hensiktsmessig for å konvertere og/eller isolere ladestrøm som tilføres et kjøretøyladesystem i batteridrevet kjøretøy. Systemet omfatter en isoleringstransformator som tillater minst én av elektrisk isolering og spenningskonvertering mellom en primær strømkilde og kjøretøyladesystemet. Den primære strømkilden kan være et strømfordelingssystem slik som et TN-jordingssystem, et TT-jordingssystem eller et IT-jordingssystem. Transformatoren omfatter en primær side der én eller flere terminaler på den primære siden kan kobles elektrisk til den primære strømkilden og en sekundær side, der én eller flere terminaler på den sekundære siden kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet, en EVSE-styringsinnretning som kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet, en datakommunikasjonslinje koblet til EVSE-kontrollinnretningen og som kan kobles til kjøretøyladesystemet, der denne datakommunikasjonslinjen når den er koblet til kjøretøyladesystemet tillater overføring av styringssignaler til kjøretøyladesystemet, overvåkning av kobling mellom sekundær side og kjøretøyladesystemet og overvåkning av minst én parameter relatert til ladestatusen til kjøretøyladesystemet under ladning. Strømtilførselssystemet er ytterligere kjennetegnet ved at isoleringstransformatoren er en solid-state-transformator og ytterligere ved at isoleringstransformatoren og EVSE-styringsinnretningen utgjør en integrert enhet, dvs. fysisk anbrakt i felles enhet.

I en foretrukket utførelsesform er EVSE-styringsinnretningen konfigurert for å aktivere strømflyt inn i minst én av den ene eller de flere terminalene på solid-state-transformatorens primære side når det registreres en kobling mellom den tilsvarende strømmotakende terminalen på transformatorens sekundære side, noe som gjør det mulig å sette i gang ladning av kjøretøyladningssystemet. Aktiveringen kan bli utført med ett eller flere strømreleer i et brytersystem koblet til på den primære siden.

I en annen foretrukket utførelsesform er solid-state-transformatoren en trefase-solid-state-transformator som er konfigurert for å tillate én eller flere av de følgende strømkonverteringene:

- Konvertere en énfase-vekselspenning (AC) til en galvanisk isolert trafse-vekselspenning (AC),
- Konvertere en trefase-vekselspenning (AC) til en galvanisk isolert énfase-vekselspenning (AC),
- 5 - Konvertere en trefase-vekselspenning (AC) til en galvanisk isolert trefase-vekselspenning (AC),
- Konvertere en trefase-vekselspenning (AC) til en likestrømspenning (DC) og
- Konvertere en énfase-vekselspenning (AC) til en likestrømspenning (DC).
- 10

I en annen foretrukket utførelsesform er solid-state-transformatoren konfigurert for å muliggjøre to eller flere av strømkonverteringene, og ytterligere at solid-state-transformatoren omfatter et brytersystem som muliggjør brukerstyrt veksling mellom de ulike strømkonverteringene.

- 15 I en annen foretrukket utførelsesform er solid-state-transformatoren konfigurert for å muliggjøre trefase-transformering av en første fase-til-fase-vekselspenning (V_p) fra en trefaset primærstrømkilde (5) til en andre fase-til-fase-vekselspenning (V_s), der den andre fase-til-fase-vekselspenningen (V_s) er satt i overensstemmelse med den trefasede vekselstrømmen som er nødvendig for å lade ett eller flere batterier i
- 20 kjøretøyladesystemet. Den første og andre fase-til-fase-vekselspenningen (V_p , V_s) kan være like eller forskjellige. For eksempel kan V_p være 230 Vac og V_s kan være 400 Vac. Den primære strømkilden kan f.eks. være et strømfordelingssystem av typen IT-jordingssystem.

- I en annen foretrukket utførelsesform omfatter EVSE-styringsinnretningen
- 25 overvåkingsmidler som er konfigurert for å overvåke fysiske parametere som er beskrivende for ytelsen til strømforsyningssystemet. De fysiske parameterne kan omfatte minst én av temperatur i solid-state-transformatoren, omkringliggende temperatur i den integrerte enheten, luftfuktighet, primær spenning (V_p) forsynt til den primære siden av solid-state-transformatoren, sekundær spenning (V_s) forsynt
- 30 fra den sekundære siden av solid-state-transformatoren, jordingsfeil forårsaket av feil i den tilkoblede primære strømkilden (5) under ladning, strømflyt mellom elektriske komponenter inne i den integrerte enheten (100) og maksimal kraft som kan mottas av kjøretøyladesystemet som er elektrisk koblet til den sekundære siden (9b) av solid-state-transformatoren (9). Videre kan EVSE-styringsinnretningen
- 35 omfatte overvåkingsmidler som er konfigurert for å overvåke én eller flere av fasespenningene som blir levert fra et tilkoblet strømfordelingssystem slik som et TN-jordingssystem, TT-jordingssystem eller IT-jordingssystem og én eller flere av fasestrømmene levert fra strømfordelingssystemet. EVSE-styringsinnretningen kan også omfatte første overføringsmidler (20) som tillater tilgang til og overføring av

de fysiske parameterne til datanettverk slik som intranett, ekstrasnett og/eller internett.

I en annen foretrukket utførelsesform er den primære strømkilden et strømfordelingssystem som fordeler trefasestrøm til den integrerte enheten, og at
5 strømforsyningssystemet ytterligere omfatter en tredje kommunikasjonslinje som kan kobles mellom EVSE-styringsinnretningen og strømfordelingssystemet, der denne tredje kommunikasjonslinjen tillater måling av minst én av input-spenning og input-strøm på et inngangspunkt for strømfordelingssystemet (strømfordelingstavle/sikringsboks) og dataoverføring til EVSE-
10 styringsinnretningen (6).

I en annen utførelsesform omfatter strømforsyningssystemet ytterligere minst én strømkabel som er konfigurert for å overføre strøm fra den primære strømkilden til den integrerte enheten, der hver av den minst ene strømkabelen omfatter minst én
15 kraftlinje for overføring av strøm, og minst én datakommunikasjonslinje for overføring av styringssignaler.

I en annen foretrukket utførelsesform omfatter strømforsyningssystemet ytterligere minst én strømkabel som er konfigurert for å overføre strøm fra den integrerte enheten til kjøretøyladesystemet, der hver av den minst ene strømkabelen omfatter
20 minst én kraftlinje for overføring av strøm, og minst én datakommunikasjonslinje (19) for overføring av kontrollsignaler.

Kontrollsignalene kan være av typen strømbreddemodulerte (PWM) signaler. Videre kan datakommunikasjonslinjene som muliggjør overføring av styringssignaler fra den primære strømkilden til kjøretøyladesystemet være konfigurert for å omgå solid-state-transformatoren.

25 Oppfinnelsen kan også vedrøre et datamaskinprogram som er lagret i minnet til en styringsenhet som omfatter datamaskinlesbare instruksjoner som når de er lastet opp og eksekvert på styringsenheten overvåker fysiske parametere som er beskrivende for ytelsen til strømforsyningssystemet i overensstemmelse med ethvert av trekkene som er nevnt ovenfor.

30 I den følgende beskrivelsen blir flere spesifikke detaljer introdusert for å tilveiebringe en grundig forståelse av utførelsesformer av systemet i følge patentkravene. Én fagmann på det relevante fagområdet vil imidlertid innse at disse utførelsesformene kan bli utøvd uten én eller flere av de spesifikke detaljene, eller med andre komponenter, systemer, osv. I andre tilfeller er ikke velkjente strukturer
35 eller operasjoner vist, eller er ikke beskrevet i detalj, for å unngå å tåkelegge aspekter av de tilkjennegitte utførelsesformene.

Kort beskrivelse av tegningene

Figurene 1A og B viser kretsdiagrammer for henholdsvis et TN-S- og TN-C-jordingssystem, i overensstemmelse med den kjente teknikken,

5 Figur 2 viser et kretsdiagram for et TT-jordingssystem i overensstemmelse med kjent teknikk,

Figur 3 viser et kretsdiagram for et IT-jordingssystem i overensstemmelse med kjent teknikk,

10 Figur 4 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført uten noen konvertering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med den kjente teknikken,

Figur 5 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med den kjente teknikken,

15 Figur 6 viser en prinsipiell tegning av strømfordelingssystemet i overensstemmelse med oppfinnelsen,

Figurene 7A og 7B viser henholdsvis et prinsipielt kretsdiagram og et mer detaljert kretsdiagram, der elektrisk strøm blir tilført med konvertering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en første utførelsesform av oppfinnelsen,

20 Figur 8 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en andre utførelsesform av oppfinnelsen,

Figur 9 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en tredje utførelsesform av oppfinnelsen,

25 Figur 10 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en fjerde utførelsesform av oppfinnelsen,

30 Figur 11 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til en ladeplugg for elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en femte utførelsesform av oppfinnelsen,

Figur 12 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk trefasestrøm blir tilført til en trefaset solid-state-omformer for elektrisk konvertering og isolering fra et IT-jordingssystem til et TN-jordingssystem i overensstemmelse med oppfinnelsen,

35 Figur 13 viser et detaljert kretsdiagram der elektrisk trefasestrøm blir tilført til en trefaset solid-state-omformer for elektrisk konvertering og isolering før ladning av et elektrisk kjøretøy,

Figur 14A og 14B viser prinsipielle kretsdiagrammer der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til et elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en sjette utførelsesform av oppfinnelsen,

5 Figur 15 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til et elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en syvende utførelsesform av oppfinnelsen,

Figur 16 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med konvertering og/eller isolering til et elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en åttende utførelsesform av oppfinnelsen,

10 Figur 17 viser et prinsipielt kretsdiagram der elektrisk strøm blir tilført med AC/DC-konvertering til et elektrisk kjøretøy i overensstemmelse med en niende utførelsesform av oppfinnelsen.

Detaljert beskrivelse av tegningene

15 I Norge har en typisk privateiendom omtrent 25 kW med tilgjengelig elektrisk kraft fra strømforsyningen. Typisk blir 3 kW fordelt til garasjen, noe som gir en normal ladetid på omtrent 30 timer for å lade et elektrisk kjøretøy, slik som en Tesla, eller 10 timer for de fleste andre elektriske biler slik som Renault, Volkswagen og Nissan Leaf.

20 Med det oppfinneriske systemet kan ladetid bli forkortet vesentlig mens det opprettholdes stabil kraftforsyning til husholdningsbruk. Med det oppfinneriske systemet kan det elektriske kjøretøyet bli ladet med en økt effekt, f.eks. 11 kW som vil gjøre det mulig med tre ganger raskere ladning.

25 Det oppfinneriske systemet passer fint i en garasje og har et dekorativt design inspirert av romteknologi utviklet av det norske selskapet Zaptec og smarte strømsystemer.

30 Det oppfinneriske systemet gjør det mulig med fjernovervåkning og styring fra enhver smarttelefon, nettbrett eller datamaskinsystem. Videre kan systemet automatisk tilpasse sin ladehastighet til gjeldende bruk av strøm på eiendommen ved hjelp av såkalt adaptiv ladning. Det sikrer at risikoen for en blackout som skyldes overdrevet strømforbruk blir eliminert eller redusert, og at ladningen av det elektriske kjøretøyet forgår på raskest mulige måte.

35 Det oppfinneriske systemet er tilpasset for SmartGrid, noe som betyr at det kan kommunisere med leverandørselskaper slik som det lokale strømleverandørselskapet. Denne muligheten er ansett å være viktig for å kunne tilveiebringe ytterligere muligheter i fremtiden for optimal økonomisk ladning. F.eks. vil dette tillate å programmere det oppfinneriske systemet for å lade det elektriske kjøretøyet når strømprisene er billigst, noe som normalt er på natten. Dette vil sikre både lavere kostnader og optimalisering av effektivitet.

Det oppfinneriske systemet inkluderer også et sikkerhetssystem som sørger for en økt sikkerhet på eiendommen i tillegg til å opprettholde høy kvalitet og styring av den tilgjengelige, elektriske kraften.

Figurene 1-3 er beskrevet ovenfor i sammenheng med bakgrunnen for oppfinnelsen. Figurene 4 og 5 viser løsninger fra den kjente teknikken for å tilveiebringe strøm fra en strømforsyning eller strømfordelingssystem 5, via en boks inneholdende forsyningsutstyr for elektrisk kjøretøy (EVSE) 6 til en plugg 7 på et elektrisk kjøretøy (EV). Den elektriske kraften blir tilført over ladeforsyningsmidler 13, 14, 16. Den elektriske koblingen mellom EVSE-boksen 6 og EV-pluggen 7 kan bli konfigurert slik at den både tilfører nødvendig elektrisitet (over en kraftkobling 16) og utfører en viss signalkommunikasjon mellom EV-pluggen 7 og EVSE'en 6. Signalkommunikasjonen kan bli utført ved å sende pulsbreddemodulerings (PWM)-signaler over en PWM-linje 8 der pulsbredden f.eks. inneholder informasjon om den maksimale kraften som kan oppnås fra det tilgjengelige strømforsyningssystemet 5. Ved å overvåke variasjoner i strømbelastning over PWM-linjen 8 kan det EV-plugg 7 tilkoblede kjøretøyet også sende informasjon slik som gjeldende ladestatus og elektriske feil. På figur 5 blir strømkonvertering utført ved hjelp av en passende transformator 9. En slik transformator 9 kan f.eks. være nødvendig dersom strømfordelingssystemet 5 forsyner strøm med en spenning som er ulik fra den som er nødvendig for ladesystemet i det elektriske kjøretøyet 10.

Som nevnt ovenfor er hovedmotivasjonen ved denne oppfinnelsen å tilveiebringe et system for konvertering og/eller isolering av vekselstrøm under ladning av et batteridrevet kjøretøy for å spare vekt, plass, monterings tid, energi, estetikk og kostnader. Dette blir blant annet oppnådd ved å kombinere en solid-state-transformator (SST) og EVSE-funksjonalitet i én enhet. Denne enheten er f.eks. i stand til å utføre spenningskonvertering mellom IT-nett og TN-nett (230Vac/400Vac), for å tilveiebringe galvanisk isolering mellom det elektriske kjøretøyet og nettet/strømfordelingssystemet (der det er nødvendig og/eller pålagt) og som muliggjør bruk av mobile ladeadaptere med den samme funksjonaliteten som beskrevet ovenfor.

En oversikt over en typisk installasjon av det oppfinneriske strømtilførselssystemet er illustrert på figur 6 som viser strømflyten fra en transformator 1 ved et selskap som leverer elektrisk kraft til f.eks. en husholdning 12 (eller enhver annen bygning som er avhengig av elektrisitet). Den innkommende elektriske kraften blir tilført over elektrisitetsforsyningsmiddel 22 til et strømfordelingssystem eller panel 5. Noe av den tilgjengelige kraften blir videre fordelt over ladetilførselsmiddel 14 for å levere nødvendig strøm til EV-pluggen 7/kjøretøyet 10 via EVSE-boksen 6.

Figurene 7-10 viser prinsipielle kretsdiagrammer for konverterings- og/eller isoleringssystemet i overensstemmelse med noen av utførelsesformene av oppfinnelsen. Mer spesifikt viser figur 7A den prinsipielle konfigurasjonen av en

første utførelsesform av oppfinnelsen der strømfordelingssystemet 5 leverer ikke-konvertert strøm over første ladetilførselsmiddel 13. En solid-state-transformator (SST) eller enhver annen isolerende transformator konverterer en primær spenning (V_p) levert til den primære siden 9a av transformatoren av strømfordelingssystemet 5, til en sekundær spenning (V_s) levert fra den sekundære siden 9b av transformatoren 9. Strømmen som dannes ved den sekundære spenningen (V_s) blir deretter overført til EV-pluggen 7. En EVSE-enhet 6 er koblet til EV-pluggen 7 for å tillate datakommunikasjon derimellom over en første datakommunikasjonslinje 8. Fortrinnsvis er systemet konfigurert for også å muliggjøre datakommunikasjon mellom EVSE-enheten 6 og transformatoren 9, over en andre kommunikasjonslinje 15. De brutte linjene rundt EVSE-enheten 6 og transformatoren 9 indikerer at disse to enhetene er bygget inn i en felles boks, det vil si som en integrert enhet 100. Denne løsningen sparer blant annet sammensettingsarbeid, kostnader og plass. Den kan også forbedre estetikken til systemet (avhengig av design). Figur 7B viser ytterligere detaljert utførelsesform av det første systemet på figur 7A. Transformatoren 9 er vist å inkludere en transformatormodul 9c inkludert komponenter for håndtering av den elektriske kraften som leveres til den primære siden 9a, f.eks. kontaktor(er), hovedsikring(er), EMC-filter(e) osv. Videre er EVSE-enheten 6 vist å inkludere blant annet en strømforsyning 23 (f.eks. 5V/12V) for å tilveiebringe strøm til en EVSE-modul 20 som har et sett komponenter som tilveiebringer ønsket styring av transformatoren og/eller det elektriske kjøretøyet 10 (via EV-pluggen 7). Disse komponentene kan f.eks. være en mikrokontrollerenhet og PWM-logikk. Igjen indikerer de ytre, brutte linjene at EVSE-enheten 6 og transformatoren 9 fortrinnsvis bør utgjøre en integrert enhet 100. EVSE-modulen 20 kan også være konfigurert for å muliggjøre overvåking av parametere slik som temperatur i transformatoren 9, overvåke primær spenning (V_p), fasespenninger, fasestrømmer, eventuelle jordingsfeil, andre systemtemperaturer slik som på hver fase i en trefasetransformator, omgivelsestemperaturer, luftfuktighet osv. De to siste parameterne kan være viktige fordi ladning normalt ikke bør utføres dersom omgivelsestemperaturen og/eller luftfuktigheten er for høy.

Figurene 8 og 9 viser henholdsvis en andre og tredje utførelsesform av oppfinnelsen, der den elektriske kraften som blir tilført fra strømfordelingssystemet 5 over det første ladeforsyningsmiddelet 13 blir ledet gjennom EVSE-enheten 6 før den når den primære siden 9a av transformatoren 9. EVSE-enheten 6 er slik tilveiebrakt med nettspenning uten forutgående konvertering på installasjonsstedet, og kan registrere enhver tilkobling av en belastning tilsvarende et elektrisk kjøretøy og dermed en anmodning om å starte ladning. Når en slik anmodning er registrert (ved hjelp av datakommunikasjonslinje 8) så blir transformatoren 9 aktivert for å sette i gang ladning med påkrevd konvertering av spenning og/eller tilveiebringe nødvendig isolering med separat jording. Som et resultat blir transformatoren kun aktivert når systemet er anbrakt for ladning av det elektriske kjøretøyet 10.

Transformatoren 9 vil slik ha lite eller ingen nullbelastningstap, noe som sparer en vesentlig mengde energi og driftsutgifter. Forskjellen mellom den andre utførelsesformen som er vist på figur 8 og den tredje utførelsesformen som er vist på figur 9 er blant annet at EVSE-enheten 6 og transformatoren 9 er integrert i en felles enhet slik som i den første utførelsesformen (figur 7). Dermed vil potensialet for å spare driftskostnader komme i tillegg til fremstillingsbesparelser som oppnås ved å fremstille EVSE-enheten 6 og transformatoren 9 som én integrert enhet 100. Figur 9 viser også en andre datakommunikasjonslinje 15 mellom transformatoren 9 og EVSE-enheten 6 som tillater de to enhetene 6, 9 å utveksle data. Legg merke til at datastrømmen kan være en enveis datastrøm eller en toveis datastrøm.

For alle konfigurasjonene som er nevnt ovenfor bør valget av transformator fortrinnsvis være en solid-state-transformator, f.eks. en solid-state-transformator av typen som er tilkjennegitt i publikasjonen 978-1-4244-2893-9/09 2009 IEEE side 3039-3044 som herved er inkorporert ved referanse. I denne sammenhengen refereres det spesielt til figur 1 i publikasjonen og dennes tilhørende tekst. En slik solid-state-transformator har muligheten for å tilveiebringe mer plass og/eller spare kostnader. Videre kan den gi mer kontroll over tilgjengelige data. Som et eksempel viser figurene 10 og 11 henholdsvis en fjerde og femte utførelsesform av oppfinnelsen der overvåkning/styring av data finner sted over en tredje kommunikasjonslinje 17 på de relevante komponentene 18 i strømfordelingssystemet 5, f.eks. ved strøm- og/eller spenningsmålinger av innkommende strøm (I&U) til bygningen eller strømfordelingspanelet 5 det er snakk om. Disse dataene kan bli benyttet for å regulere den maksimale strømmen et elektrisk kjøretøy 10 kan motta for lagring tilveiebrakt som tilgjengelig kraft. På denne måten kan kjøretøyet trekke maksimalt med kraft for å lade uten risiko for at hovedsikringen i bygningen/strømfordelingspanelet 5 løser ut (dvs. kjøretøyet må tilpasse seg). Det er også mulig å logge data, utføre oppgraderinger eller utføre rensning av konfigurasjonene ovenfor f.eks. over internett. Dette kan bli oppnådd ved å koble sammen passende transformator- og internettkoblinger, eventuelt over fremtidige AMS-systemer (systemer for automatiske strømkonsummålinger). Figur 10 viser et eksempel der datakommunikasjonen mellom de ulike modulene 5, 6, 7, 9 finner sted over separate datakommunikasjonslinjer 8, 15, 17 mens figur 11 viser et eksempel der datainformasjon mellom de relevante komponentene 18 strømfordelingssystemet 5 og EVSE-enheten 6 og datainformasjonen mellom transformatoren 9 og EV-pluggen 8 finner sted ved anvendelse av strømlinjekommunikasjon, dvs., ved å overvåke pulsmoduleringsbredde (PWM)-signaler. Pulsbredden informerer f.eks. kjøretøyet 10 om den maksimale kraften som kan bli trukket fra det tilkoblede strømfordelingssystemet 5. Kjøretøyet 10 kan deretter sende signaler tilbake til EVSE-enheten 6 for å informere denne om ladestatusen og eventuelle feil ved hjelp av variasjoner i strømmen som trekkes over den samme PWM-linjen 8. I tillegg kan kommunikasjonen over PWM-linjen sikre at

ladningsstrømmen ikke blir aktivert før riktig kobling med det elektriske kjøretøyet 10.

Datainformasjon kan med letthet bli sendt mellom de ulike enhetene/modulene 5, 6, 7, 9 ved anvendelse av digitale og/eller analoge nettverk/signaler.

- 5 Figur 12 viser de spesifikke elektriske koblingene når det ovenfor nevnte konverterings- og isoleringssystemet blir benyttet for å konvertere et IT-jordingssystem til et TN-jordingssystem. Slik det klart fremgår blir 230 Vac fase-til-fase-spenninger konvertert ved anvendelse av en trefasetransformator 9 til jordede (PE) 400 Vac fase-til-fase-spenninger. En trefasetransformator 9 omfatter 10 tre strømoduler 9', 9'', 9''', som hver har en primær side 9a med primære viklinger og terminaler og en sekundær side 9b med sekundære viklinger og terminaler. Én av de to terminalene for hver fase på den sekundære siden 9b er koblet til enten en felles nøytral- (N) og jordings (PE)-linje, slik som er tilfellet for et TN-S-jordingssystem (figur 1A) eller til en separat nøytral (N) linje, slik som er 15 tilfellet for et TN-C-jordingssystem (figur 1B).

Legg merke til at selv om det refereres til et elektrisk kjøretøy i hele beskrivelsen så er konverterings- og/eller isoleringssystemet like anvendelig på andre batteri- eller kondensatorinnholdende apparater som krever regulær ladning.

- Et detaljert kretsdiagram er vist på figur 13 der IT- til TN-konvertering kun er 20 illustrert som et eksempel. Omfattende referanse rettes på standarder som er relevante på fagområdet for ledende ladesystemer (Internasjonale standarder (ISO) / europeiske standarder (EN)) for elektriske kjøretøy som fremmer implementering av oppfinnelsen av en fagmann.

Forklarende tekst til referansetallene på figur 13

- 25 A) EVSE med IT- til TN-konvertering
 B) IEC 60664-1 (isoleringskoordinering) EN 61558-1 (strømtransformatorer & strømforsyning)
 C) Koblingskabinett
 D) 32A eller 40A (avhengig av kobling),
 30 Overstrømsgrense,
 Med integrert eller separat RCD,
 RCD-type A acc til
 IEC 61008-1 eller
 IEC 61009-1 eller
 35 IEC 60755
 E) Input-tavle
 F) EN 60664-1, EN 6100-6-1, EN 61000-6-3
 G) 230VAC 3-fase inn (delta)
 H) Strømnettreleer
 40 I) Overspenningsvern
 J) «Main power enable»

- K) Input-tavle temperatursensor for releer, variatorer, strømtilkopling
- L) EN 50065-1 (PLC)
- M) AC-utjevning for PLC & 12V strømtilførsel
- N) EVSE RCD
- 5 O) Moduler på hovedtavle
- P) EN 61558-2-16 (ext. Av 61558-1)
- Q) Transformormodul (x3), én for hver fase
- R) Primær driver
- S) IT/TN-transformator
- 10 T) Sekundær driver
- U) Ladeplugg
- V) EN 62196-1 & 2
- W) Ladekabel med koblingsstykke ifølge EN 62196-1, -2 for å passe til type-2-kontaktuttak EVSE og
- 15 X) Ladekabel med koblingsstykke til EN 62196-1, -2 for å passe til type-1- eller type-2-kjøretøykoblingsstykke
- Y) Zapcharger MCJH
- Z) Strømlinjekommunikasjon
- a) «Driver enable (x3)» (fastkablet)
- 20 b) Omkoblingspulser (x3)»
- c) Seriekommunikasjon (x3)
- d) Datakomm. + 12V-spenning
- e) Strømmodul MCU
 - Omformer koplingssignaler
- 25 f) Monitorer
 - Input- og output-spenning
 - Input- og output-spenning
 - Temperatur i trafo og drivere
- g) Skal stoppe omkobling når følgende overskrides
- 30
 - Maksimal strøm
 - Maksimal temperatur
 - Maksimal spenning
- h) 230VAC/12VDC-strømforsyning
- i) EN 61558-2-16
- 35 m) DUC (Innretning under ladning)
- n) 400VAC 3-fase + N 8star
- p) Design
- q) Design & programvare
- r) Komponentvalg & programvare
- 40 s) Krav i brukermanual eller merking
- t) Krav i instruksjonsmanual

Oppfinnelsen relatert til det generelle, oppfinneriske konseptet å integrere EVSE-enheten 6 og transformatoren / SST 9 i den samme enheten 100 har blitt beskrevet ovenfor. En slik enhet 100 kan være en mobil enhet 100. Den vil imidlertid alltid være elektrisk koblet til nettet/strømfordelingssystemet 5 når den er i bruk.

- 5 I det følgende vil en alternativ av oppfinnelsen bli beskrevet der transformatoren eller SST'en 9 er bygget inn i et adapter som bør være koblet til en eksisterende EVSE-enhet 6 av brukeren. Det er svært ønskelig at et slikt adapter har galvanisk isolasjon. Det kan videre være en mulighet å tillate konvertering mellom to ulike spenninger og/eller ulike typer strømmer/spenninger, dvs., én eller flere av enfase AC-til-enfase AC, enfase AC-til-DC, trafse AC-til-enfase AC, trefase AC-trefase AC og trefase AC-til-DC. I tilfellet med DC vil den begrensende DC-strømmen være tilgjengelig fra EVSE-enheten 6.

- 15 Figur 14A og 14B viser eksempler på kobling av et adapter til en transformator 9 av typen SST mellom EVSE-enheten 6 og EV-pluggen 7, der den siste er koblet til ladesystemet i den elektriske artikkelen 10. Som før omfatter transformatoren 9 en primær side 9a koblet til forsyningsmidler 14 fra EVSE-enheten 6 og en sekundær side 9b koblet til forsyningsmiddel 16 til EV-pluggen 7. Datakommunikasjon mellom i det minste EVSE-enheten 6 og det elektriske kjøretøyet 10 blir sikret ved anvendelse av en PWM-linje 8 som går gjennom det transformatorinnholdende adapteret. Videre inneholder adapteret på figur 14A elektrisk kobling(er) (hunn/hann) festet på dens ytre vegger vendt mot henholdsvis EVSE-enheten 6 og det elektriske kjøretøyet 10. I motsetning til dette viser figur 14B et eksempel der den/de elektriske koblingen(e) (hunn/hann) er anbrakt på kabler plassert i en avstand fra de ytre veggene.

- 25 Figur 15 viser et eksempel på et system i overensstemmelse med en syvende utførelsesform av oppfinnelsen der den elektrisk isolerende SST er plassert etter EVSE'en og utfører en 1:1-spenningskonvertering for 1 eller flere faser. Formålet med denne spesifikke konfigurasjonen er å oppnå galvanisk separasjon mellom det elektriske kjøretøyet og det gjenværende elektriske systemet (tilførsel/nett) for å sikre at kjøretøyet vil «ta styringen» til og med ved utilstrekkelig jording. Innretningen kan være designet og bli solgt som et adapter (som kan tas med og bli lagret inne i det elektriske kjøretøyet mellom hver gang det benyttes). Den primære siden i SST'en er elektrisk koblet til et strømforsynende koblingselement og dens sekundære side er elektrisk koblet til en strømplugg. Minst én pinne på det strømliverende koblingselementet og minst én pinne på strømpluggen bør være i elektrisk kobling og/eller signalkoblet med hverandre slik at minst ett styringssignal (slik som et PWM-signal) kan bli overført mellom det tilkoblede utstyret på det strømforsynende koblingselementet (primær side) og det tilkoblede utstyret på strømpluggen (sekundær side).

Figur 16 viser et eksempel på et system ifølge en åttende utførelsesform av oppfinnelsen. Konfigurasjonen er liknende konfigurasjonen på figur 16. Imidlertid er denne spesifikke konfigurasjonen i tillegg utstyrt med en intern styrings-/logistikkenhet som er i stand til å overvåke og/eller påvirke (overstyre) PWM-signaliseringsprosessen dersom det er nødvendig. Slik overvåkning og/eller overstyring er i overensstemmelse med ladesystem IEC-TS 62763. Spesielt på varme dager og/eller dersom ventilasjonsfiltre, kanaler eller vifter er tildekket eller delvis blokkerte så kan SST'en bli overopphetet og kan be om en kontrollert nedstengning av ladeprosessen (ved å endre PWM-signaliseringsnivået ifølge standarden). Den kan også signalisere at et lavere tillatt strømnivå skal trekkes av EV'en (lavere enn tillatt av EVSE'en). Det er en fordel om ladning kan finne sted selv om en feil- og/eller overopphetingssituasjon oppstår, selv om dette er ved lavere nivåer enn hva EVSE'en normalt er justert til å levere. Dette blir utført ved enten å avlese input-PWM og tilveiebringe et lavere (mindre) PWM-signal (beordre EV'en å redusere strømmuttak ifølge den nye PWM-bredden), eller ved å endre strømmen som går i PWM-løkken (benytter temperaturfeil-, ventilasjonsfeil- og/eller frakoblingssignaliseringsprotokoller i overensstemmelse med IEC-TS 62763). En viktig sikkerhetsforanstaltning er å sikre at det utgående (til det elektriske kjøretøyet) PWM-signalet ikke indikerer en strøm som er høyere enn den opprinnelige EVSE'ens PWM-signal.

Figur 17 viser et eksempel på et system i overensstemmelse med en niende utførelsesform av oppfinnelsen. I denne konfigurasjonen blir en konverter plassert elektriske mellom EVSE'en og det elektriske kjøretøyet (som tidligere beskrevet), men nå med en elektronisk AC/DC-konverter i tillegg til logiske kretser som er i stand til å avlese input-PWM-kodingen og sende ut en tilsvarende (og eventuelt (ned)justert PWM-koding og/eller PLC, CAN-buss eller tilsvarende buss-koding som skal kommuniseres til det elektriske kjøretøyet (for strømnivåtilpasning til/fra ulike signaliseringssystemer – og for (opp)justeringer under feil slik som beskrevet tidligere). Ved å benytte systemet som er beskrevet ovenfor vil det være mulig å benytte DC-lade-input (f.eks. ChaDeMo) for halv-hurtig ladning av et elektrisk kjøretøy som normalt ikke ville akseptere slik høy ladeeffekt fra den tilgjengelige AC-laderen (3-6 ganger effekten kan være tilgjengelig for ladning ved å benytte denne fremgangsmåten).

PATENTKRAV

1. Strømforsyningssystem for å isolere ladestrøm tilført et kjøretøyladesystem i batteridrevet kjøretøy (10), der dette systemet omfatter:

- 5 - en isoleringstransformator (9) som tillater elektrisk isolering mellom en primær strømkilde (5) og kjøretøyladesystemet, der transformatoren (9) omfatter
 - en primær side (9a) der én eller flere terminaler på den primære siden (9a) kan kobles elektrisk til den primære strømkilden (5) og
 - 10 • en sekundær side (9b) der én eller flere terminaler på den sekundære siden (9b) kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet,
- 15 - en EVSE-styringsinnretning (6) som kan kobles elektrisk til kjøretøyladesystemet,
- 20 - en datakommunikasjonslinje (8) koblet til EVSE-styringsinnretningen (6) og som kan kobles til kjøretøyladesystemet, der denne datakommunikasjonslinjen (8) når den er koblet til kjøretøyladesystemet tillater
 - overføring av styringssignaler til kjøretøyladesystemet,
 - overvåke kobling mellom sekundær side (9b) og kjøretøyladesystem og
 - overvåke minst én parameter relatert til ladningsstatusen til kjøretøyladesystemet under ladning,

karakterisert ved at

- 25 isoleringstransformatoren (9) er en solid-state-transformator (9) og ytterligere at isoleringstransformatoren (9) og EVSE-styringsinnretningen (6) utgjør en integrert enhet (100).

2. Strømforsyningssystem ifølge krav 1,

- 30 **karakterisert ved at** EVSE-styringsinnretningen (6) er konfigurert for å aktivere strømflyt inn i minst én av den ene eller de flere terminalene på solid-state-transformatorens (9) primære side (9b) når det registrerer en kobling mellom den tilsvarende strømmottakende terminalen på transformatorens (9) sekundære side (9b), for å gjøre det mulig å innlede ladning av kjøretøyladesystemet.

35

3. Strømforsyningssystem ifølge krav 1 eller 2,

- karakterisert ved at** solid-state-transformatoren (9) er en trefaset solid-state-transformator (9) som er konfigurert for å tillate én eller flere av de følgende strømkonverteringene:

- konvertere en singelfaset vekselspanning (AC) til en galvanisk isolert, trefaset vekselspanning (AC),
 - konvertere en trefaset vekselspanning (AC) til en galvanisk isolert, enkeltfaset vekselspanning (AC),
 - 5 - konvertere en trefaset vekselspanning (AC) til en galvanisk isolert, trefaset vekselspanning (AC),
 - konvertere en trefaset vekselspanning (AC) til en likestrømspenning (DC) og
 - 10 - konvertere en enkeltfaset vekselspanning (AC) til en likestrømspenning (DC).
4. Strømforsyningssystem ifølge krav 3,
karakterisert ved at solid-state-transformatoren (9) er konfigurert for å muliggjøre to eller flere av strømkonverteringene, og videre at solid-state-transformatoren (9)
- 15 omfatter et brytersystem (9c) som gjør det mulig med brukerstyrt veksling mellom de ulike strømkonverteringene.
5. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at solid-state-transformatoren (9) er konfigurert for å muliggjøre trefase-transformasjon av en første fase-til-fase-vekselspenning (V_p) fra en trefaset primærstrømkilde (5) til en andre fase-til-fase-vekselspenning (V_s), der den andre fase-til-fase-vekselspenningen (V_s) er satt i overensstemmelse med den trefasede vekselstrømmen som er nødvendig for å lade ett eller flere batterier i kjøretøyladesystemet.
- 20
- 25
6. Strømforsyningssystem ifølge krav 5,
karakterisert ved at den trefasede primærstrømkilden (5) er et strømfordelingssystem av type IT-jordingssystem (5).
- 30
7. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at EVSE-styringsinnretningen (6) omfatter overvåkningsmidler (20) som er konfigurert for å overvåke fysiske parametere som er beskrivende for strømforsyningssystemet.
- 35
8. Strømforsyningssystem ifølge krav 7,
karakterisert ved at de fysiske parameterne omfatter minst én av
- temperatur inne i solid-state-transformatoren (9),
 - omkringliggende temperatur i den integrerte enheten (100),
 - luftfuktighet,
 - 40 - primær spenning (V_p) tilført den primære siden (9a) av solid-state-transformatoren (9),

- sekundær spenning (V_s) tilført fra den sekundære siden (9b) av solid-state-transformatoren (9),
 - jordingsfeil forårsaket av feil i den tilkoblede, primære strømkilden (5) under ladning,
 - 5 - kraftstrøm mellom elektriske komponenter inne i den integrerte enheten (100) og
 - maksimal kraft som kan mottas av kjøretøyladesystemet som er elektrisk koblet til den sekundære siden (9b) av solid-state-transformatoren (9).
- 10 9. Strømforsyningssystem ifølge krav 7 eller 8,
karakterisert ved at EVSE-styringsinnretningen (6) ytterligere omfatter første overføringsmidler (20) som tillater tilgang til og overføring av de fysiske parameterne til datamaskinnettverk.
- 15 10. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at den primære strømkilden (5) er et strømfordelingssystem (5) som fordeler trefasestrøm til den integrerte enheten (100), og at strømforsyningssystemet ytterligere omfatter
- 20 - en tredje kommunikasjonslinje (7) som kan kobles mellom EVSE-styringsinnretningen (6) og strømfordelingssystemet (5), der denne tredje kommunikasjonslinjen (17) tillater målinger av minst én input-spenning og input-strøm på et inngangspunkt (18) for strømfordelingssystemet (5) og dataoverføringen til EVSE-styringsinnretningen (6).
- 25 11. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at strømforsyningssystemet ytterligere omfatter minst en strømkabel (14) som er konfigurert for å overføre strøm fra den primære strømkilden (5) til den integrerte enheten (100), der hver av den minst ene strømkabelen (13) omfatter minst én strømlinje for overføring av kraft, og minst én
- 30 datakommunikasjonslinje (17) for overføring av styringssignaler.
12. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at strømforsyningssystemet ytterligere omfatter minst én strømkabel (16) som er konfigurert for å overføre strøm fra den integrerte enheten
- 35 (100) til kjøretøyladesystemet, der hver av den minst ene strømkabelen (16) omfatter minst én strømlinje for overføring av kraft, og minst én datakommunikasjonslinje (19) for overføring av styringssignaler.
13. Strømforsyningssystem ifølge krav 11 eller 12,
- 40 **karakterisert ved at** styringssignalene er av typen strømbreddemodulerte (PWM) signaler.

14. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av kravene 11-13, **karakterisert ved at** datakommunikasjonslinjene (17, 19) som muliggjør overføring av styringssignaler fra den primære strømkilden (5) til kjøretøyledesystemet er konfigurert for å omgå solid-state-transformatoren (9).
- 5
15. Strømforsyningssystem ifølge ethvert av kravene 7-9, der et datamaskinprogram benyttes for å overvåke parametrene.

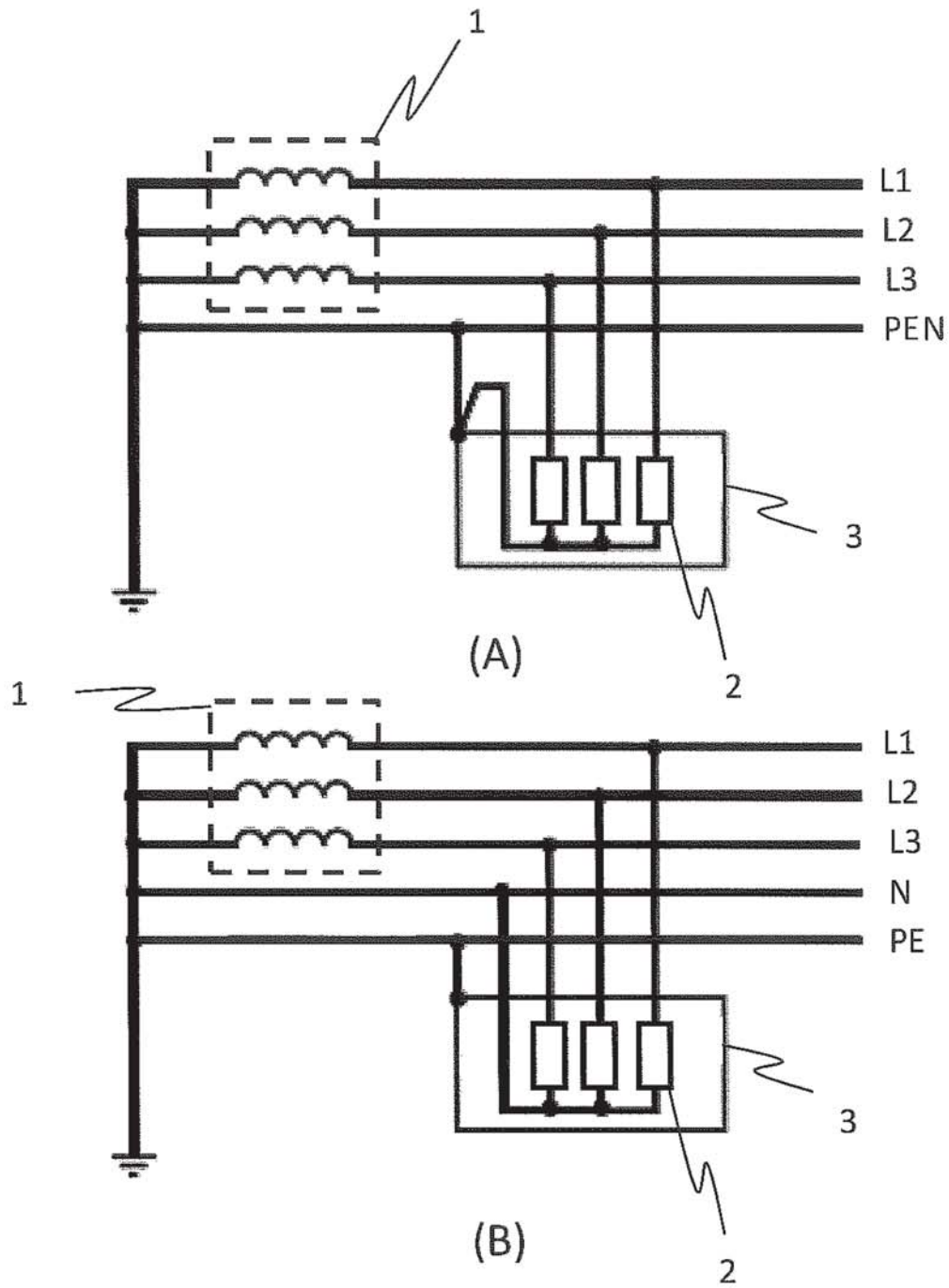


FIG. 1 (Kjent teknikk)

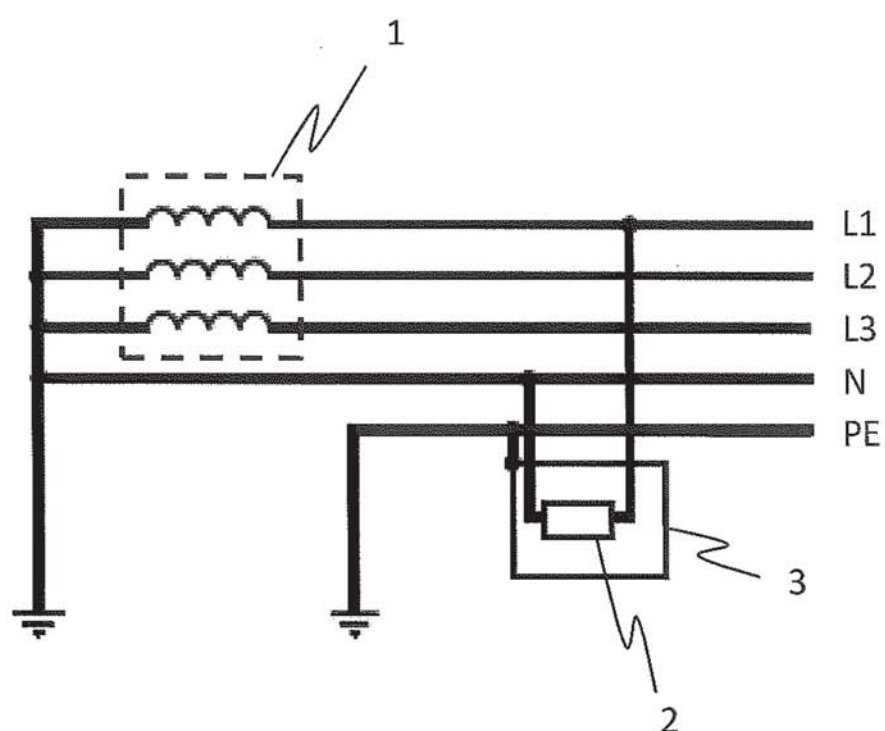


FIG. 2 (Kjent teknikk)

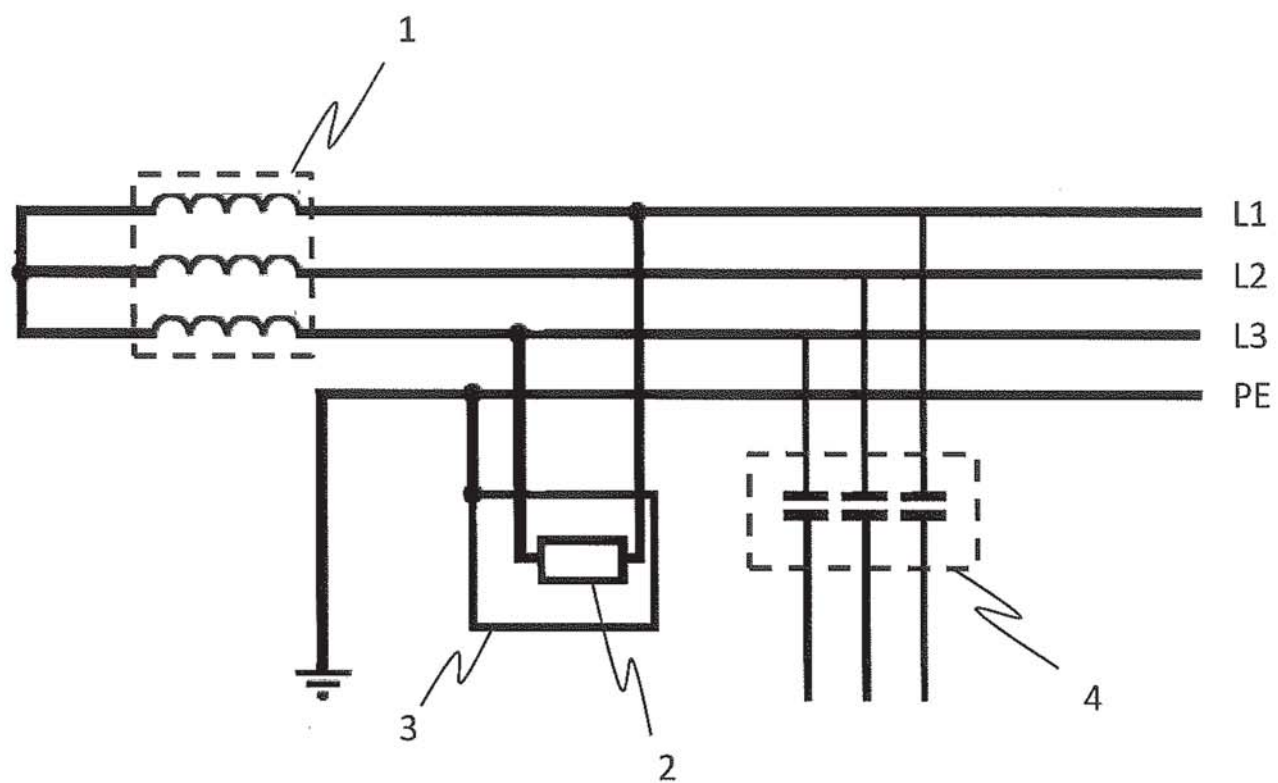


FIG. 3 (Kjent teknikk)

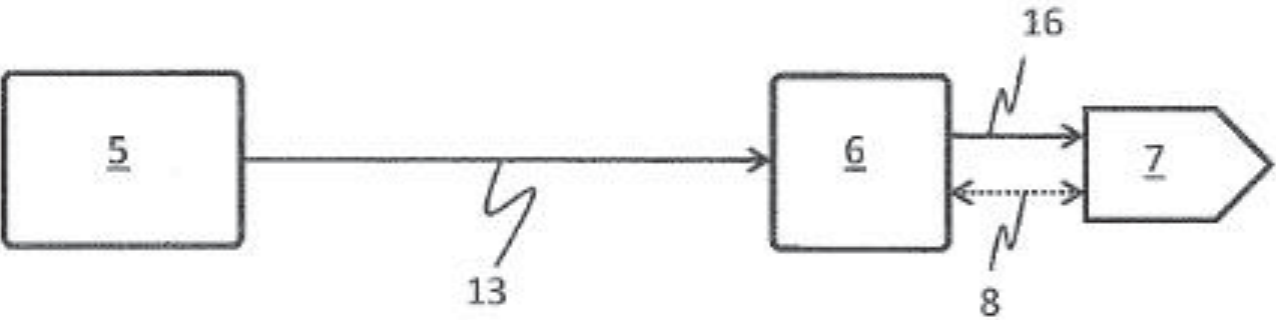


FIG. 4 (KJENT TEKNIKK)

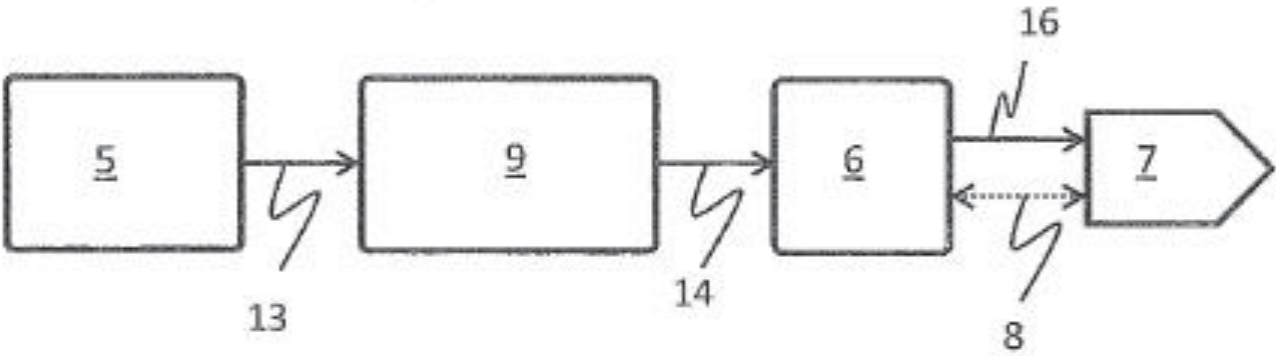


FIG. 5 (KJENT TEKNIKK)

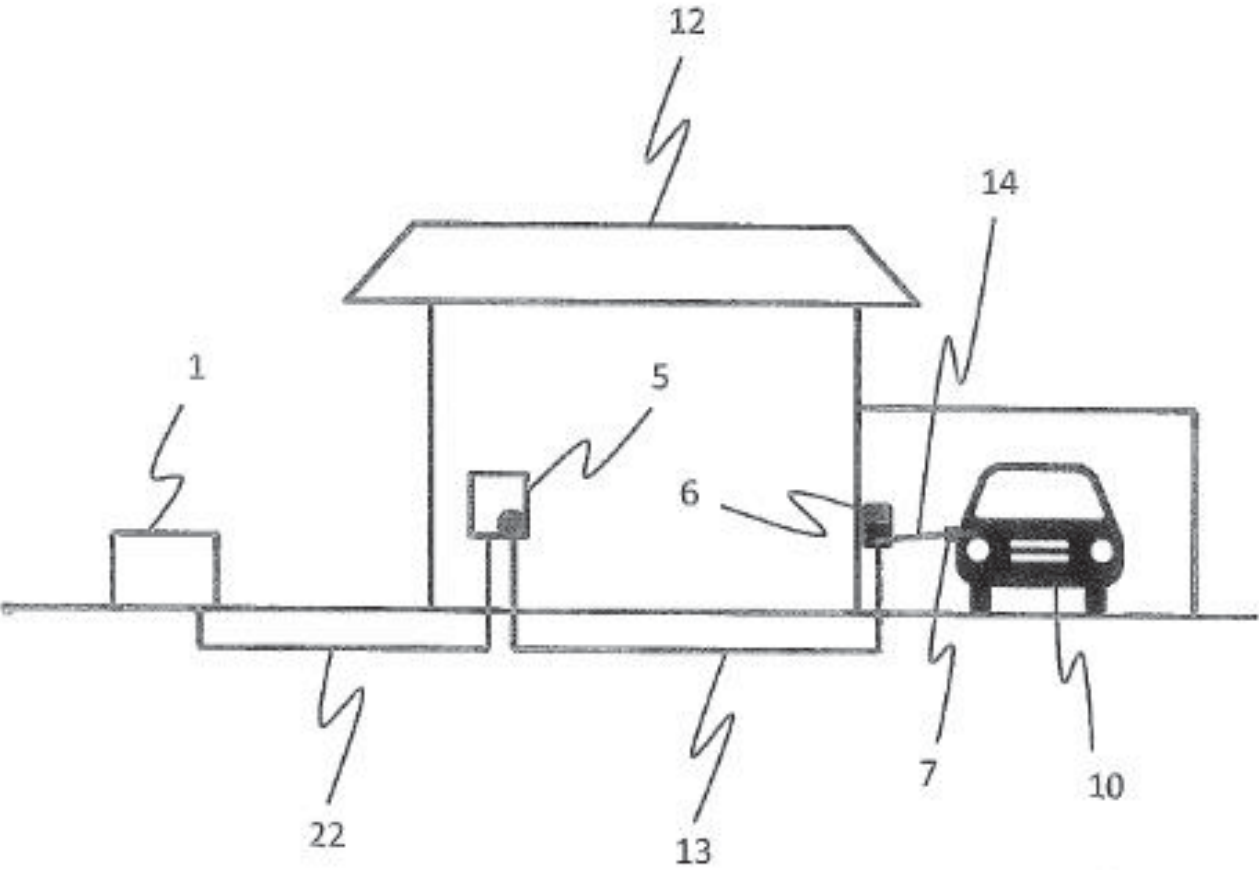


FIG. 6

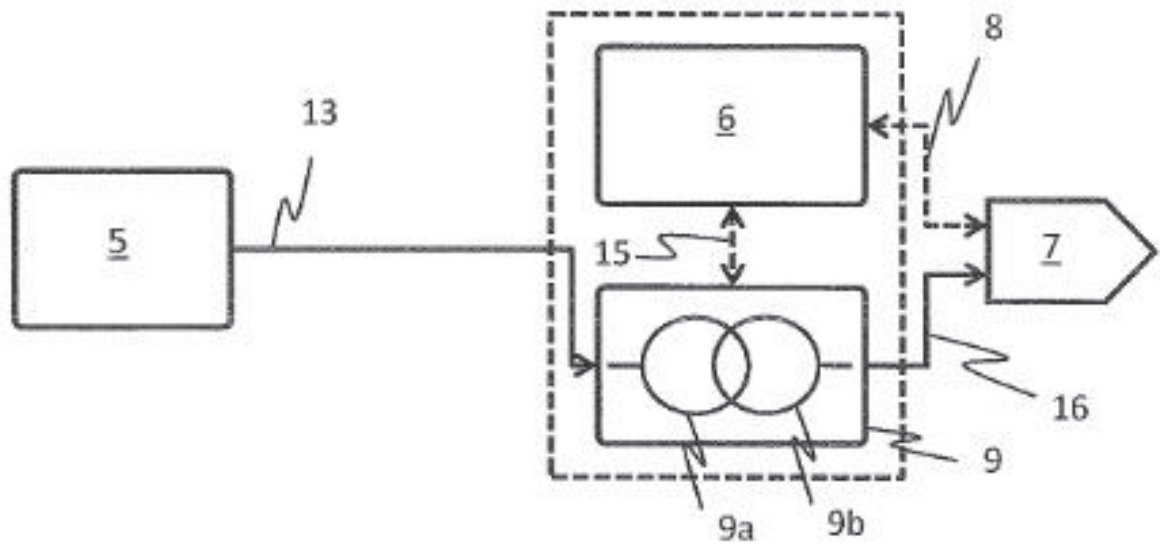


FIG. 7A

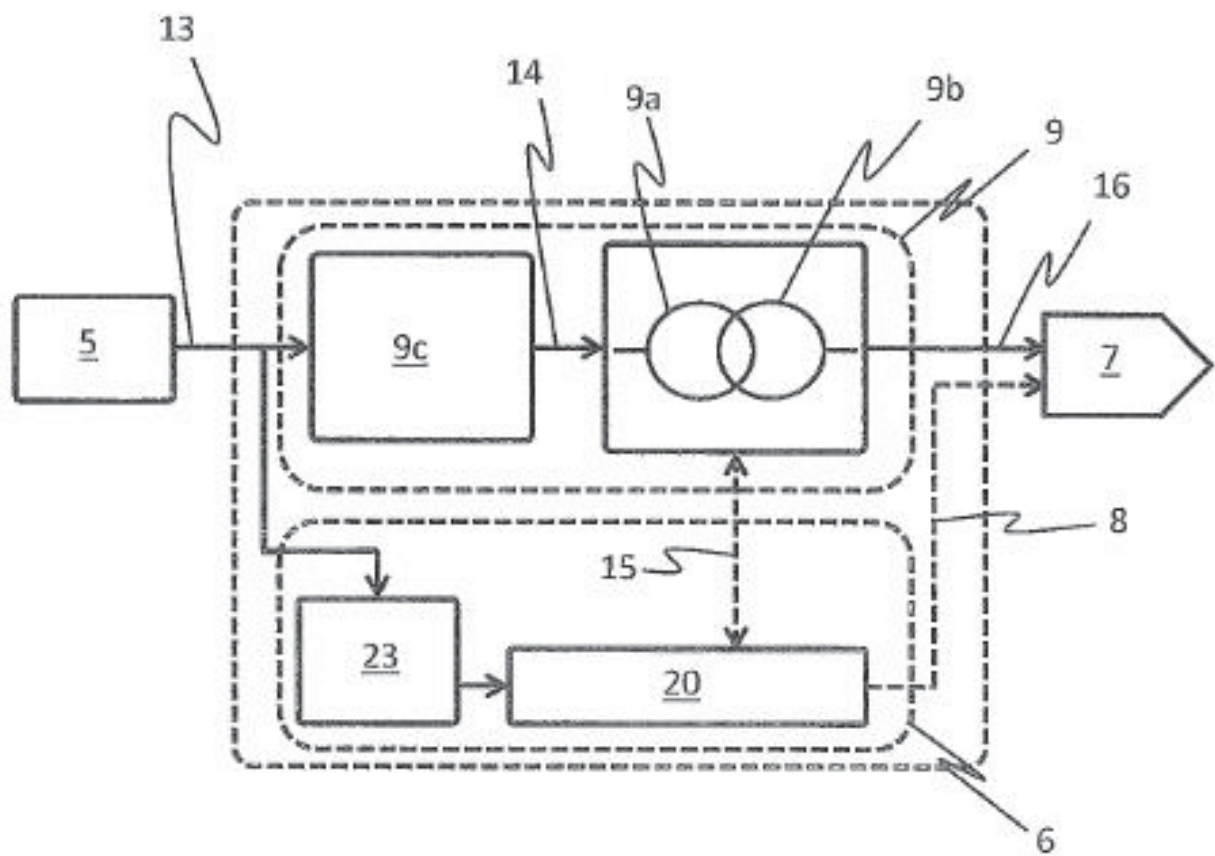


FIG. 7B

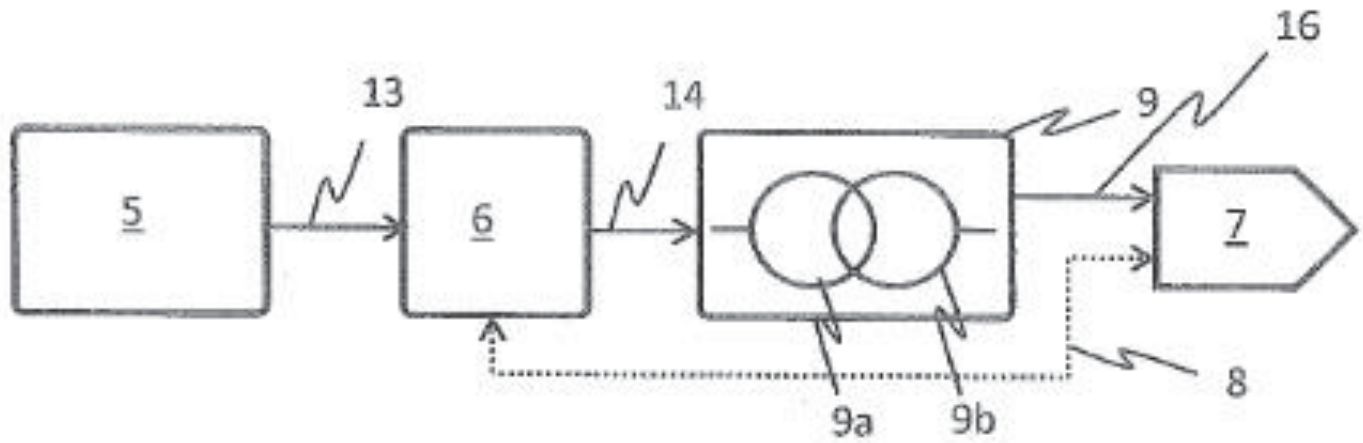


FIG. 8

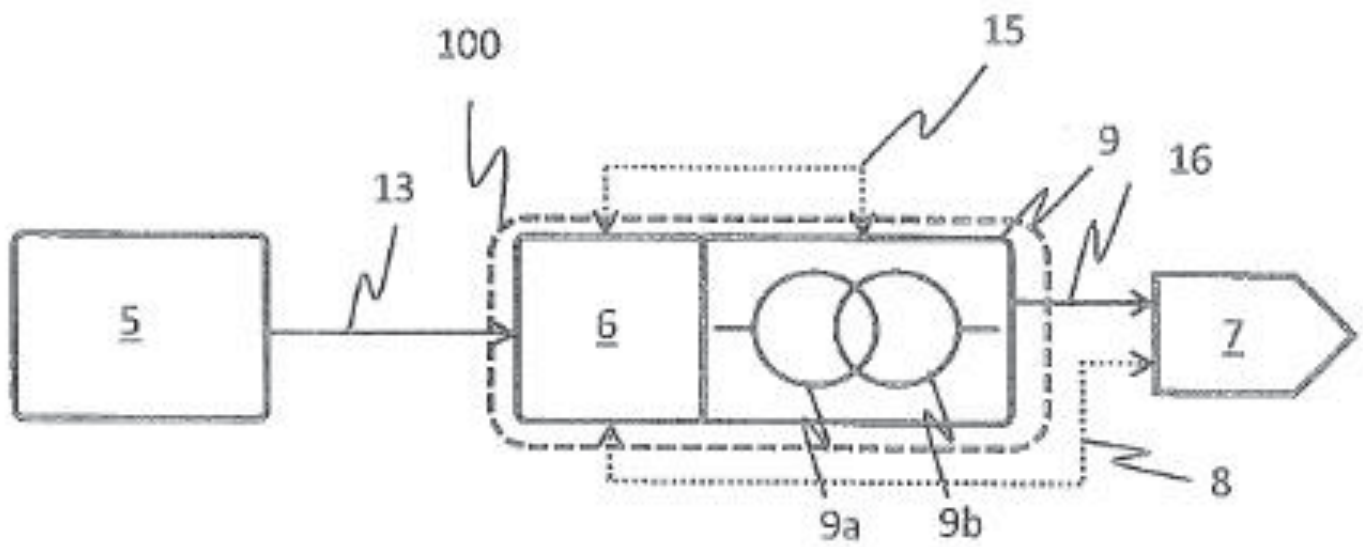
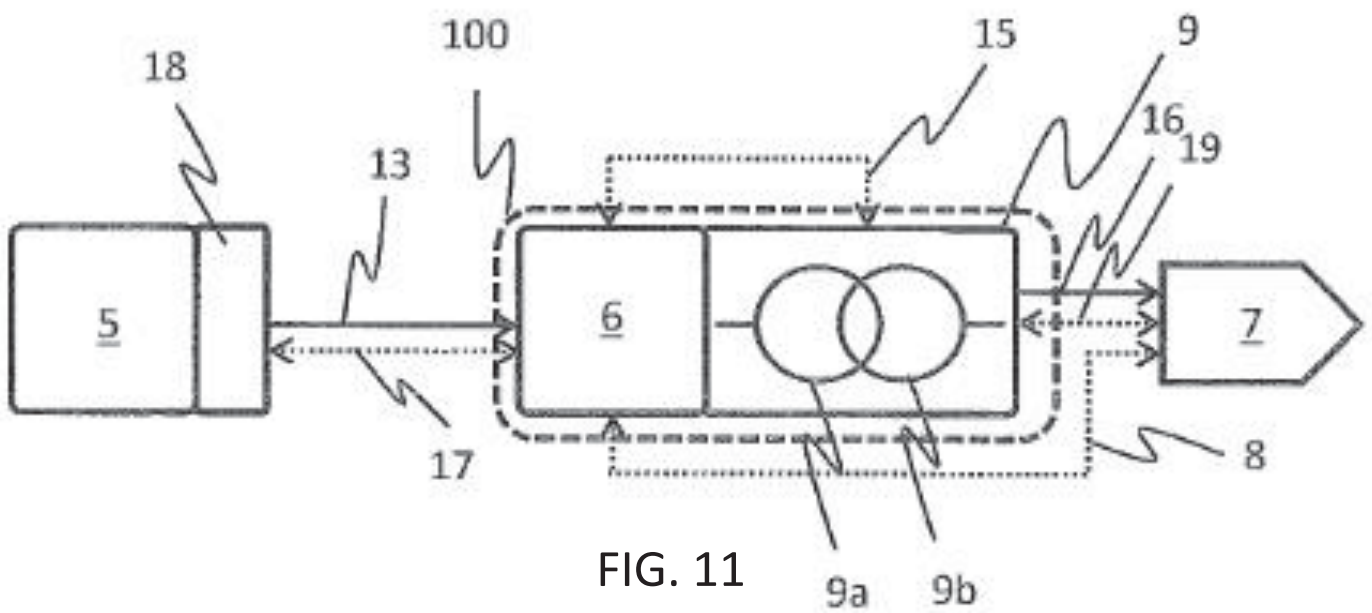
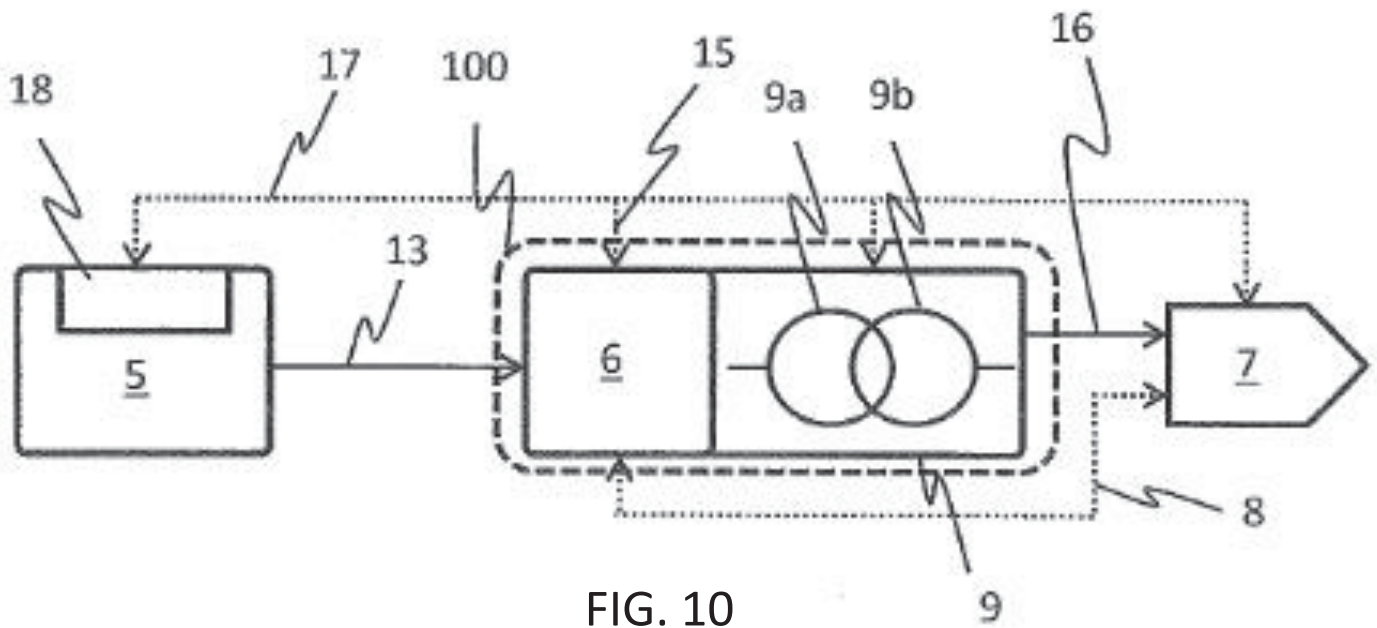


FIG. 9



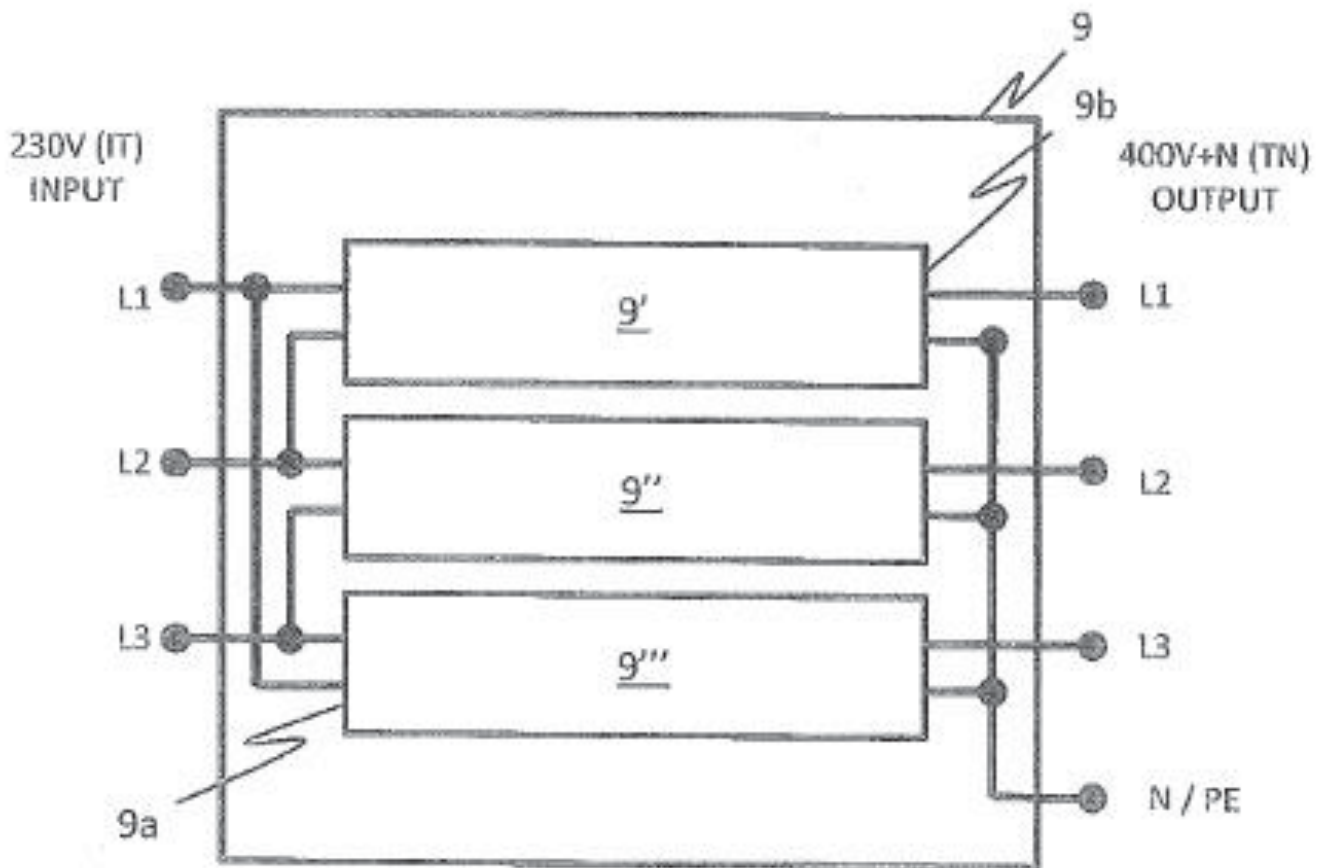


FIG. 12

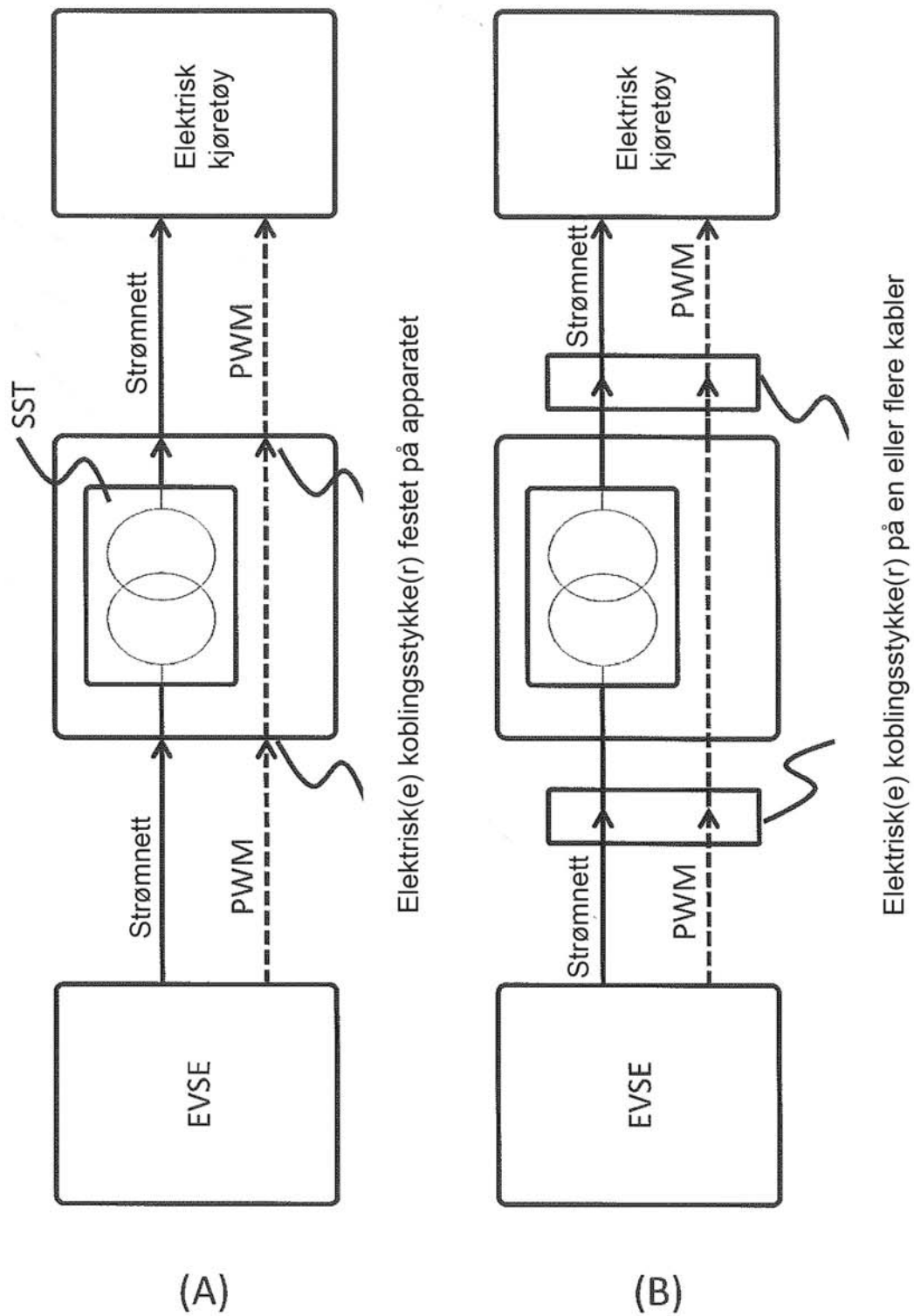


FIG. 14

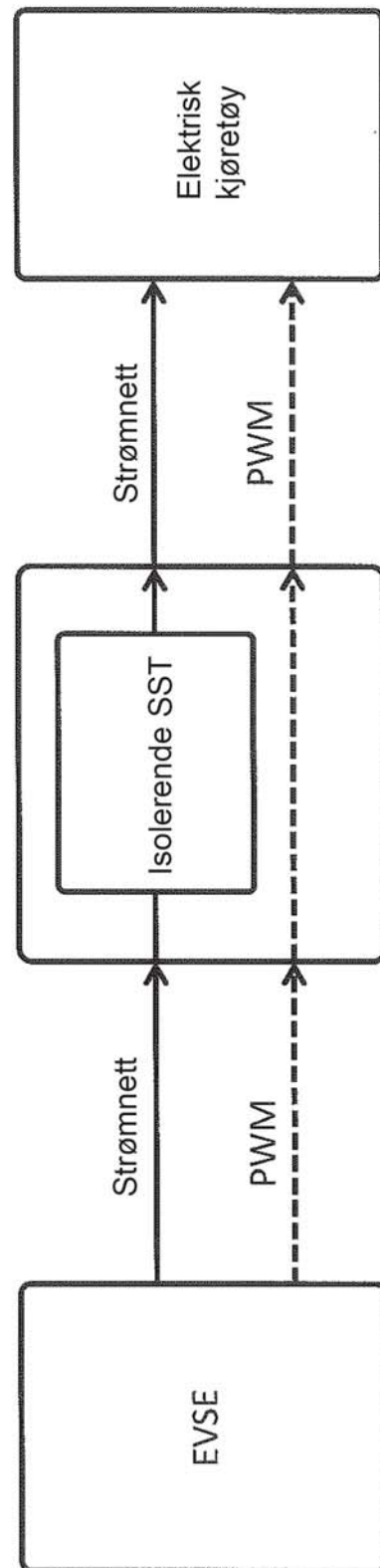


FIG. 15

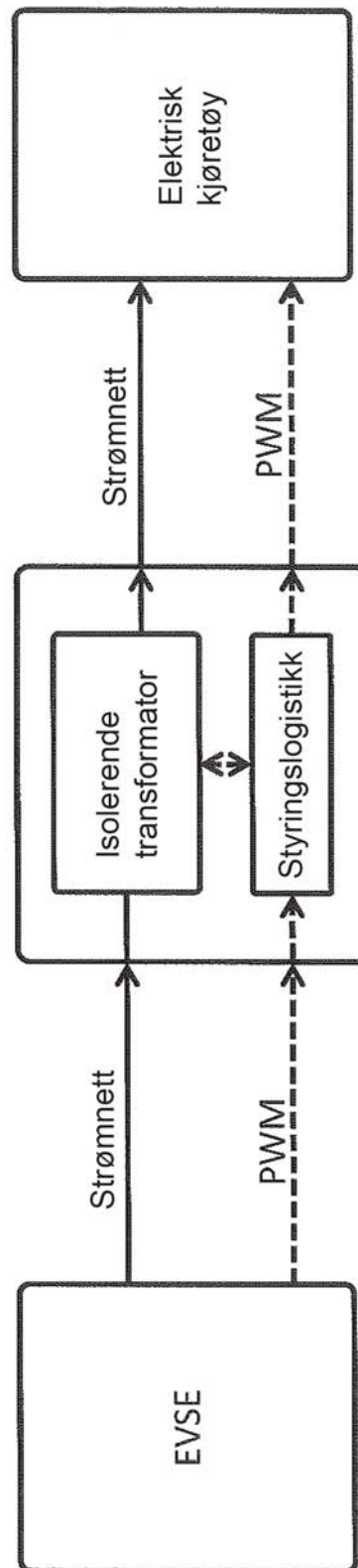


FIG. 16

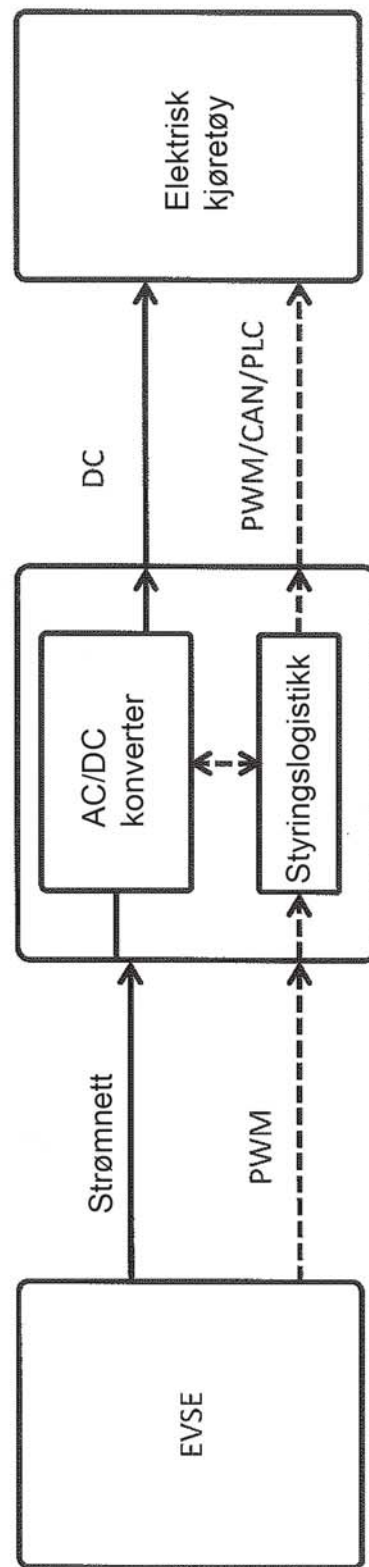


FIG. 17