



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Notabschaltvorrichtung einer Photovoltaikanlage

Die Erfindung bezieht sich auf eine Notabschaltvorrichtung einer Photovoltaikanlage mit einer solarmoduleseitigen Gleichstromseite sowie einer damit über eine Wechselrichtereinrichtung elektrisch gekoppelten Wechselstromseite, über die elektrische Energie bzw. elektrischer Strom in ein Wechselstromnetz einspeisbar sind.

Aufgrund hoher Einspeisevergütungen, die auf die Allgemeinheit umgelegt werden müssen, haben Photovoltaikanlagen auf Dächern von Häusern eine weite Verbreitung gefunden.

Allerdings bringen Photovoltaikanlagen bei eventuellen Hausbränden zusätzliche Gefahren mit sich, weil insbesondere auf der Gleichstromseite die Gefahr der Entstehung von Lichtbögen besteht. Hinzu kommt, dass das Feuerwehrpersonal bei eventuellen Löscheinsätzen mit Wasser erheblich gefährdet werden kann. Zwar ist es grundsätzlich bekannt, Photovoltaikanlagen mit Notabschaltvorrichtungen zu versehen, mit denen insbesondere die von den Solarmodulen innerhalb des Hauses zur Wechselrichtereinrichtung führenden Gleichstromleitungen stromfrei geschaltet werden können. Bei entsprechenden Abschaltvorrichtungen der Firma Santon (www.santonswitchgear.com) sind hierfür fernbedienbare Motorschalter vorgesehen, die ggf. auch über Mobiltelefone betätigt werden können. Im Übrigen ist eine Betätigung über eine Schalttafel im Hause möglich. Die Anlagen der Firma Santon besitzen allerdings den prinzipiellen Nachteil, dass für die Motorschalter eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) notwendig wird, um eine Betätigung der Notabschaltung auch dann zu ermöglichen, wenn ein Haus im Falle eines Brandes von der Feuerwehr durch entsprechende Eingriffe an einem Schaltschrank des öffentlichen Stromnetzes vom Stromnetz abgekop-

pelt wird. Die unterbrechungsfreien Stromversorgungen erfordern einen vergleichsweise hohen Unterhaltungsaufwand, um die Funktionssicherheit zu gewährleisten. Außerdem kann bei einem Notfalleinsatz der Feuerwehr nicht hinreichend sichergestellt werden, dass die Notfallabschaltung tatsächlich durchgeführt wird, denn für eine Notabschaltung über die vorangehend genannte Schalttafel bzw. ein Mobiltelefon ist in der Regel die Mitwirkung des Hausbesitzers erforderlich.

Grundsätzlich bestehen verschiedene Möglichkeiten einer Notabschaltung, vgl. beispielsweise „Technische Möglichkeiten zur Abschaltung von Solargenerationen im Schadensfalle - eine Übersicht und Bewertung“ von Heribert Schmidt et al, Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE (www.ise.fraunhofer.de). Beispielsweise können die Solarmodule durch außenseitig am Haus angeordnete Schalter von der Gleichstromseite der Wechselrichtereinrichtung getrennt werden, so dass innerhalb des Hauses keine stromführenden Gleichstromleitungen vorhanden sind. Darüber hinaus ist es auch möglich, für eine Notabschaltung Kurzschlusschalter einzusetzen, die die Solarmodule und ggf. auch auf der Eingangsseite der Wechselrichtereinrichtung angeordnete Kapazitäten kurzschließen. Beim Kurzschließen der Kapazitäten eines Wechselrichters ist allerdings Vorsicht geboten, da dabei Zerstörungen an Schalter und/oder Wechselrichter auftreten können.

Allerdings werden in dem vorgenannten Aufsatz keine Konzepte aufgezeigt, wie es der Feuerwehr ermöglicht werden sollte, eine Notabschaltung durchzuführen.

Deshalb ist es Aufgabe der Erfindung, eine Notabschaltvorrichtung zu schaffen, die automatisch bei üblichen Sicherungsarbeiten der Feuerwehr bei einem Löscheinsatz wirksam wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass einer Notschalteinrichtung, die die Gleichstromseite von einem elektrisch stromführenden Normalzustand in einen vorgegebenen Notfallzustand umzuschalten gestattet, eine automatische Steuerung zugeordnet ist, welche die Notschalteinrichtung bei elektrisch stromführender Wechselstromseite im Normalzustand hält und die Notschalteinrichtung bei elektrisch stromlos werdender Wechselstromseite mit vorgegebener Verzögerungszeit in den Notfallzustand bringt.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Notabschaltvorrichtung derart auszubilden, dass die Gleichstromseite bei stromlos werdender Wechselstromseite automatisch in den Notfallzustand übergeht. Auf diese Weise genügt es, wenn die Feuerwehr bei einem Notfalleinsatz in üblicher Weise das elektrische Netz eines Hauses vom (öffentlichen) Stromnetz abtrennt. Nach Ablauf der vorgegebenen Verzögerungszeit ist dann gewährleistet, dass auch die Gleichstromseite der Photovoltaikanlage auf den Notfallzustand geschaltet ist.

Gleichzeitig ist durch die vorgegebene Verzögerungszeit für die Umschaltung auf den Notfallzustand gewährleistet, dass kurzzeitige Ausfälle des öffentlichen Stromnetzes nicht zu einer Umschaltung der Gleichstromseite der Photovoltaikanlage auf den Notfallzustand führen können. Dies steht in deutlichem Gegensatz zu einem von der Fa. Eaton-Moeller (www.eaton.solar.com) angebotenen „Feuerwehrscharter“, der nach Art eines Schützes mit Abschaltvermögen für Gleichströme funktioniert und abschaltet, wenn das ihn versorgende (öffentliche) Stromnetz ausfällt. Hier erfolgt die Abschaltung auch bei sehr kurzem Stromausfall, so dass nachfolgend eine manuelle Einschaltung notwendig wird.

Die erfindungsgemäße Notabschaltvorrichtung ermöglicht also auch bei den relativ häufigen kurzzeitigen Betriebsunterbrechungen des öffentlichen Stromnetzes

einen sicheren Weiterbetrieb der Photovoltaikanlage, ohne dass irgendein manueller Eingriff erforderlich wird.

Im Übrigen ist vorteilhaft, dass die Erfindung prinzipiell für beliebige Konzepte der Notschalteinrichtung geeignet ist, d.h. diese kann die Solarmodule von allen im Haus installierten Gleichstromleitungen abtrennen, ggf. zusammen mit eventuellen Ladungsspeichern in der Wechselrichtereinrichtung.

Vorteilhaft ist, dass bei der Erfindung für die Abschaltung möglicher Gleichströme keinerlei Elektronik mit aufwendiger „fail-safe“-Technik notwendig wird. Insbesondere erübrigen sich eine fehlersichere USV, SPS mit Motor und aufwendiger Verdrahtung.

Stattdessen genügen mechanische Aggregate, deren Ausfallsicherheit extrem hoch ist:

Konstruktiv lässt sich die Erfindung in einfacher Weise beispielsweise dadurch vorteilhaft verwirklichen, dass ein vorspannbarer Kraftspeicher, beispielsweise eine Federanordnung zur Betätigung der Notschalteinrichtung vorgesehen ist. Dieser Federspeicher kann mittels einer auslösbaren Verriegelung im vorgespannten Zustand arretiert werden, wobei die Verriegelung einerseits ständig mit einer Entriegelungskraft, beispielsweise einer Federkraft, in die entriegelte Lage gespannt wird und andererseits der Riegelzustand der Verriegelung durch eine elektrisch erzeugte Haltekraft gehalten wird, derart, dass zur elektrischen Erzeugung der Haltekraft ein ständiger elektrischer Stromfluss notwendig ist. Sobald dieser Stromfluss unterbrochen wird, wird die Verriegelung zwangsläufig unwirksam, so dass die Notschalteinrichtung vom Kraftspeicher in den Notfallzustand umgestellt wird. In diesem Zusammenhang kann die Verzögerungszeit dadurch gewährleistet werden, dass ein elektrischer Energiespeicher, beispielsweise in

Form eines großen Kondensators vorgesehen ist, der bei normalem elektrischen Stromfluss ständig aufgeladen wird bzw. aufgeladen bleibt und nach Unterbrechung des Stromflusses die der Entriegelungskraft entgegenwirkende elektrische Haltekraft noch für die Verzögerungszeit wirksam bleiben lässt.

Im Übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale auf die Ansprüche und die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben werden.

Schutz wird nicht nur für ausdrücklich angegebene oder dargestellte Merkmalskombinationen sondern auch für prinzipiell beliebige Kombinationen der angegebenen oder dargestellten Einzelmerkmale beansprucht.

In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung eines Hauses mit Photovoltaikanlage und erfindungsgemäßer Notabschaltvorrichtung,

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung der Steuerung der Notabschaltvorrichtung bzw. der zugehörigen Notschaltseinrichtung.

Gemäß Fig. 1 besitzt ein Haus 1 eine Photovoltaikanlage mit dachseitig angeordneten Solarmodulen 2, auch Solargeneratoren genannt, die über Gleichstromleitungen 3 mit der Gleichstromseite einer Wechselrichtereinrichtung 4 verbunden sind, die ihrerseits auf ihrer Wechselstromseite mit einem (öffentlichen) Wechselstromnetz 5 verbunden ist, über das in bekannter Weise elektrische Systeme 100 des Hauses 1 mit elektrischem Strom versorgt werden. Aufgrund der wechselstromseitigen Verbindung der Wechselrichtereinrichtung 4 mit dem Wechselstromnetz 5 kann solar erzeugter elektrischer Strom in das Wechselstromnetz 5 eingespeist werden.

Die elektrische Verbindung der Hauselektrik mit dem Wechselstromnetz 5 kann durch Betätigung von Schaltern in einem Schaltschrank 6, der regelmäßig an eine der Feuerwehr bekannten Ort im Keller oder außerhalb des Hauses für einen gesamten Straßenzug angeordnet ist, aufgetrennt werden, so dass die Hauselektrik elektrisch stromlos wird. Bei einem eventuellen Einsatz der Feuerwehr zur Bekämpfung eines Hausbrandes wird die Verbindung der Hauselektrik zum Elektrizitätsnetz 5 regelmäßig aufgetrennt, um eine Gefährdung der Feuerwehrleute zu vermeiden.

Im Falle einer Photovoltaikanlage besteht allerdings eine zusätzliche Gefährdung der Feuerwehrleute durch die weiterhin stromführenden Gleichstromleitungen 3, wobei erschwerend hinzukommt, dass die Feuerwehr die Leitungsführung im Haus nicht kennt. Außerdem geht von stromführenden Gleichstromleitungen regelmäßig eine höhere Gefahr als von Wechselstromleitungen aus.

Deshalb ist es Ziel der Erfindung, die Gleichstromleitungen 3 bei einem Brandfall bzw. einem Feuerwehreinsatz elektrisch strom- und spannungsfrei zu schalten.

Hierzu kann eine vorzugsweise in enger räumlicher Nachbarschaft zu den Solarmodulen 2 angeordnete Notschalteinrichtung 7 vorgesehen sein, mit der die elektrische Verbindung zwischen den Solarmodulen 2 und den Gleichstromleitungen 3 aufgetrennt werden kann. Diese Notschalteinrichtung 7 kann weitere Schalter (nicht dargestellt) aufweisen, die bei Auftrennung der elektrischen Verbindung zwischen den Solarmodulen 2 und den Gleichstromleitungen 3 automatisch auch eine Abtrennung der Leitungen 3 von der Gleichstromseite der Wechselrichtereinrichtung 4 bewirken.

Zur Steuerung der Notschalteneinrichtung 7 (ggf. einschließlich der weiteren Schalter) dient gemäß Fig. 2 eine Fernsteuerung 8, die mit der Wechselstromseite der Wechselrichtereinrichtung 4 verbunden ist und normalerweise über das Wechselstromnetz 5 elektrisch bestromt wird. Diese Fernsteuerung 8 kann bei Betätigung einer Handhabe, die als Schlüsselschalter ausgebildet sein kann, die Notschalteneinrichtung 7 in ihren Normalzustand stellen, so dass die Solarmodule 2 mit den Gleichstromleitungen 3 verbunden sind und solar erzeugten Gleichstrom zur Wechselrichtereinrichtung 4 leiten.

Zu diesem Zweck ist die Notschalteneinrichtung 7 mit einem Stellantrieb 9 verbunden. Dieser Stellantrieb 9 besitzt einen mechanischen Kraftspeicher 11, beispielsweise in Form einer Feder 11', die antriebsmäßig, beispielsweise über ein Getriebe 12 mit der Notschalteneinrichtung 7 gekoppelt ist, derart, dass der Kraftspeicher 11 bzw. die Feder 11' ihren relativ gespannten Zustand einnehmen, wenn die Notschalteneinrichtung 7 sich in ihrem Normalzustand (Solarmodule 2 sind elektrisch mit der Wechselrichtereinrichtung 4 verbunden) befindet. In diesem gespannten Zustand sind der Kraftspeicher 11 bzw. die Feder 11' mittels einer Verriegelung 13 arretiert, derart, dass eine Entspannung des Kraftspeichers 11 bzw. der Feder 11' sowie eine damit verbundene Umschaltung der Notschalteneinrichtung 7 in den Notzustand (Solarmodule 2 sind von der Wechselrichtereinrichtung 4 elektrisch abgetrennt) verhindert wird. Die Verriegelung 13 besitzt eine im Riegelzustand der Verriegelung gespannte Entriegelungsfeder 11', die die Verriegelung 13 ständig zu entriegeln sucht. Dies wird bei Normalbetrieb mittels eines bei elektrischer Bestromung in Verriegelungsrichtung der Verriegelung 13 wirkenden elektromagnetischen Stellaggregates 14, welches beispielsweise als Elektromagnet ausgebildet sein kann, verhindert. Dieses Stellaggregat bzw. der Elektromagnet 14 werden bei normalem Betrieb von der Fernsteuerung ständig elektrisch bestromt, so dass die Verriegelung 13 entgegen der Kraft ihrer Entriegelungsfeder in riegelwirksamer Lage gehalten wird. Im Stromkreis der Verriege-

lung 13 ist ein Kondensator 15 oder ein sonstiger elektrischer Ladungsspeicher angeordnet, der bei Normalbetrieb von der Fernsteuerung 8 in seinem geladenen Zustand gehalten wird. Dieser Kondensator 15 bzw. der Ladungsspeicher haben die Aufgabe, das elektromagnetische Stellorgan bzw. den Elektromagnet 14 noch für eine Verzögerungszeit elektrisch zu bestromen, wenn die Fernsteuerung 8 vom Netz 5 abgetrennt wird, d. h. nicht mehr bestromt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass bei kurzzeitigen Ausfällen des Elektrizitätsnetzes 5 die Verriegelung 13 im verriegelten Zustand bleibt und dementsprechend auch der Normalzustand der Notschalteneinrichtung 7 aufrecht erhalten wird. Im Ergebnis werden damit kurzzeitige Ausfälle des Stromnetzes 5 überbrückt, und die Solarmodule 2 bleiben mit der Wechselrichtereinrichtung 4 elektrisch verbunden, so dass eventuell solar erzeugte elektrische Energie in das Stromnetz 5 eingespeist werden kann.

Falls nun aufgrund eines Brandes am Haus 1 ein Feuerwehreinsatz notwendig werden sollte, wird von der Feuerwehr am Schaltschrank 6 oder dergleichen die Verbindung zwischen dem (öffentlichen) Wechselstromnetz 5 und der Elektroinstallation 100 des Hauses 1 aufgetrennt, so dass auch die Wechselstromseite der Wechselrichtereinrichtung 4 vom Wechselstromnetz 5 abgetrennt wird. Dies hat gemäß VDE-Norm 0126 automatisch zur Folge, dass die Wechselstromseite der Wechselrichtereinrichtung 4 elektrisch strom- und spannungslos wird. Gleichzeitig wird damit die Stromversorgung der Fernsteuerung 8 abgeschaltet, so dass diese ihrerseits das elektromagnetische Stellorgan 14 bzw. den als Stellorgan angeordneten Elektromagnet nicht mehr länger bestromen kann. Vielmehr werden das Stellorgan 14 bzw. der Elektromagnet nur noch während der oben genannten Verzögerungszeit vom Kondensator 15 bzw. dem entsprechenden elektrischen Ladungsspeicher bestromt. Nach Ablauf der Verzögerungszeit werden also das elektromagnetische Stellorgan 14 bzw. der Elektromagnet mangels elektrischer Bestromung unwirksam, so dass die Verriegelung 13 durch ihre Öff-

nungsfeder 11' entriegelt wird und der Kraftspeicher 11 bzw. die Feder 11' die Notschalteneinrichtung 7 in den Notfallzustand umstellen, und die Solarmodule 2 elektrisch von den Gleichstromleitungen 3 getrennt und die Gleichstromleitungen 3 ggf. durch den Schalter 7' kurzgeschlossen werden.

Die von der Feuerwehr im Falle eines Brandes wie bei einem „normalen“ Haus ohne Photovoltaikanlage vorgenommene Abtrennung der hausseitigen Elektroinstallation 100 vom öffentlichen Wechselstromnetz 5 bewirkt also zwangsläufig, dass nach Ablauf der Verzögerungszeit durch solar erzeugten Gleichstrom keinerlei Gefährdung der Feuerwehrleute eintreten kann.

Andererseits ist durch die Verzögerungszeit sichergestellt, dass bei kurzzeitigen Betriebsunterbrechungen des öffentlichen Wechselstromnetzes 5 keine Notabschaltung der Photovoltaikanlage erfolgen kann.

Zur Einschaltung des Normalzustandes kann die Fernsteuerung 8 einen Motor 16 einschalten, der den Kraftspeicher 11 bzw. dessen Feder 11' spannt, wobei dann der gespannte Zustand durch die Verriegelung 13 arretiert wird, indem das bestromte Stellaggregat 14 die Entriegelungsfeder der Verriegelung 13 in den gespannten Zustand bringt und diesen Zustand aufrecht erhält.

Ansprüche

1. Notabschaltvorrichtung einer Photovoltaikanlage mit einer solarmoduleseitigen Gleichstromseite und einer stromnetzseitigen Wechselstromseite, über die solar erzeugte elektrische Energie in das Stromnetz (5) einspeisbar ist, wobei zwischen der Gleichstrom- und der Wechselstromseite eine Wechselrichtereinrichtung (4) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Notschaltereinrichtung (7), die die Gleichstromseite von einem stromführenden Normalzustand in einen Notfallzustand umzuschalten gestattet, sowie eine zugeordnete automatische Steuerung (8) vorgesehen sind, welche die Notschaltereinrichtung bei elektrisch stromführender Wechselstromseite im Normalzustand hält und die Notschaltereinrichtung bei elektrisch stromlos werdender Wechselstromseite mit vorgegebener Verzögerungszeit in den Notfallzustand bringt.
2. Notabschaltvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Notschaltereinrichtung (7) ein manuell oder motorisch vorspannbarer Kraftspeicher (11, 11') zugeordnet ist, der im Normalzustand arretiert ist und bei stromlos werdender Wechselstromseite nach Ablauf der Verzögerungszeit entsperrt ist und die Notschaltereinrichtung (7) in den Notfallzustand stellt.
3. Notabschaltvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass dem Kraftspeicher (11, 11') eine Verriegelung (13) zugeordnet ist, die ständig von einer mechanischen Kraft in Entriegelungsrichtung beaufschlagt ist und von einem elektromagnetischen Stellorgan (14) bei elektrischer Bestromung im Riegelzustand gehalten wird.

4. Notabschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Stromkreis des elektromagnetischen Stellorgans (14) ein elektrischer Ladungsspeicher oder Kondensator (15) angeordnet ist, der sich bei Abschaltung seiner der Bestromung über das Stellorgan (14) innerhalb der Verzögerungszeit entlädt und damit den Riegelzustand der Verriegelung (13) während der Verzögerungszeit aufrechterhält.

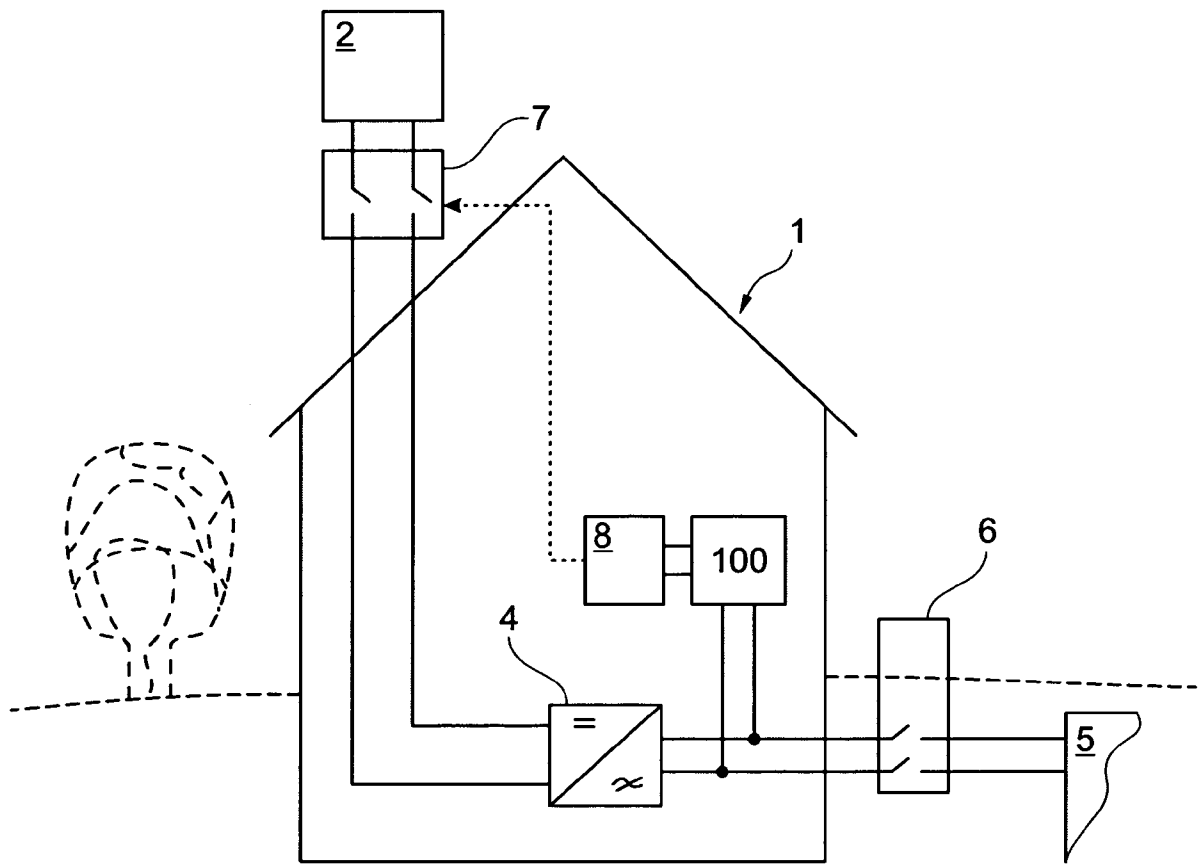


Fig. 1

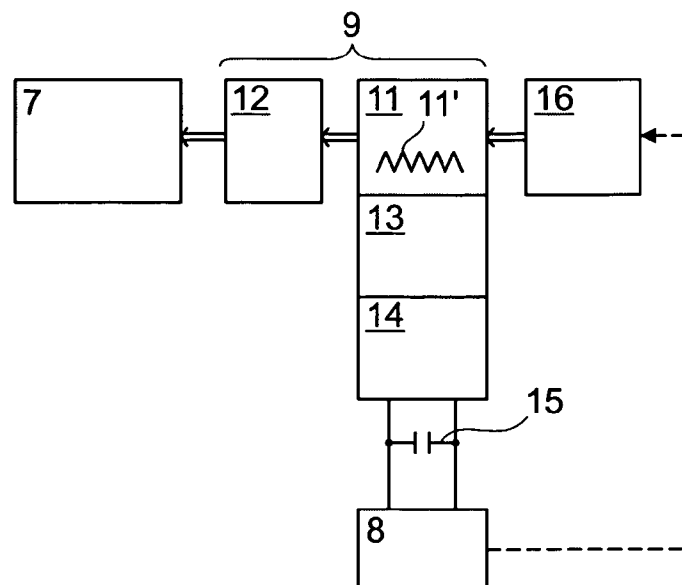


Fig. 2