

Statischer Wechselrichter für kleinere Solaranlagen

Ivan Riegl, Marchhäuser 6, 8391 Haidmühle, ist DGS-Mitglied und Inhaber eines Ingenieurbüros für Glasfasertechnologie und Solartechnik. Handelsübliche Wechselrichter, so fand er, die für kleinere Photovoltaikanlagen in Frage kommen, arbeiten wenig befriedigend. Vor allem ist ihr Eigenverbrauch zu hoch. Das Thema ließ ihn solange nicht los, bis er einen eigenen eisenlosen und statischen Wechselrichter entwickelt hatte, der zumindest in Verbindung mit kleineren Solaranlagen bisher unbekannte Vorzüge aufweist. Ivan Riegl, der für seinen Wechselrichter inzwischen Gebrauchsmusterschutz angemeldet hat, beschreibt nachfolgend das Gerät und die Ergebnisse, die er mit einem Prototyp erzielt hat.

Unter den statischen Wechselrichtern nimmt der für solartechnische, sprich photovoltaische Anwendungen eine Sonderstellung ein. Er muß im Betrieb vielen, teilweise gegensätzlichen Anforderungen (hoher Wirkungsgrad, Oberwellenfreiheit der Ausgangsspannung) gerecht werden. Sein Anschaffungspreis sollte auch bei sinkenden Preisen für Solarzellen keinen unakzeptabel hohen Kostenfaktor bei der Projektierung einer Solaranlage darstellen.

Der Verfasser hat sich über einige auf dem Markt befindliche Sinus-Wechselrichter informiert. Das Ergebnis war – hauptsächlich bei Geräten älterer Bauart – nicht gerade ermutigend. Moderne PWM-Geräte (pulsbreitenmoduliert) kommen zwar der Vorstellung vom idealen Solar-Wechselrichter ziemlich nahe, sind jedoch recht teuer. Auch belastet ihr Eigenverbrauch die Energiebilanz im unteren Teillastbereich (unterhalb ca. 10 % der Nennleistung) zum Teil beträchtlich. Eine nach wie vor interessante Alternative stellt der von Dr. Schmid (ISE) entwickelte transformatorlose Wechselrichter dar. Er eignet sich auf Grund der zu seiner Funktion benötigten großen Solarmodulflächen vornehmlich für größere Anlagen.

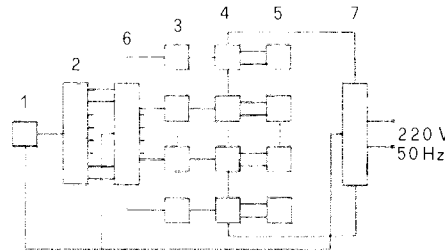
Das hier beschriebene Konzept weist punktuell Ähnlichkeiten mit dem des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) auf, entstand jedoch völlig unabhängig davon und geht bei der Problemlösung andere Wege. Seine spezifischen Merkmale lassen es hauptsächlich für kleine Inselanlagen im Bereich des Wohnungsbaues geeignet erscheinen.

Die Schaltung

Die Ausgangsspannung eines stabilen 50-Hz-Sinusoszillators (1) wird abgetastet und in einem System von Komparatoren (2) mit einer internen Referenzspannung verglichen. Die Ausgänge der Komparatoren steuern über entsprechende potentialfreie Treiberstufen (3) Leistungsschalter (SIPMOS-Transistoren) (4) an, die ihrerseits einzelne Glieder einer Batteriekette (5) zu-

oder abschalten. Die Sinusabtastung bewirkt, daß zu jedem Zeitpunkt dem momentanen Wert der Oszillatorspannung eine entsprechende Anzahl von Batterien zugeordnet wird; die Ausgangsspannung folgt also direkt der Steuerspannung.

Ohne Gegenmaßnahmen würde diese Arbeitsweise zwangsläufig zu einer nicht akzeptablen ungleichmäßigen Belastung der Batterien und der Halbleiter führen. Abhilfe schafft ein Codierblock (6), der die Komparatorausgänge synchron mit der Oszillatorfrequenz „durcheinanderwürfelt“. Dadurch wird die Reihenfolge der zu schaltenden Batterien laufend variiert und deren gleichmäßige Auslastung erreicht. Die Ausgangsspannung ist eine durch kleine Spannungsstufen approximierte Sinus-Halbwellen, deren Stufenzahl durch die Anzahl der geschalteten Batterien bestimmt ist. Um eine Wechselspannung zu erhalten, wird während jeder zweiten Halbperiode die ganze Batteriereihe mit Hilfe einer gesteuerten SIPMOS-H-Brücke (7) „ins Negative verlegt“. Ohne diese Maßnahme müßte mit Hilfe von Batterien die doppelte Netzspannung aufgebaut werden.



Schaltschema. Die einzelnen Ziffern sind im nebenstehenden Text unter „Die Schaltung“ erläutert.

Die Batterien werden im Impulsbetrieb aufgeladen. Ein konventioneller Solar-Netzladeregler mit Solarvorrang wird durch eine Reihe von SIPMOS-Schaltern periodisch auf einzelne Batterien geschaltet. Die niedrige für die Auf-

ladung benötigte Spannung von etwa 28 bis 32 V bringt Vorteile für kleine Anlagen. Anders als bei Großanlagen ist hier der Standort für die Solarmodule meistens nicht ganz frei wählbar, wodurch mit Teilbeschattungen zu rechnen ist. Die Teilbeschattung einer Solar-Modul-Serienschaltung (hohe Spannung) hat auch bei Verwendung von Bypass-Dioden immer einen Spannungseinbruch zur Folge, bei einer Parallelschaltung (niedrige Spannung) dagegen lediglich eine Reduzierung des Ladestromes.

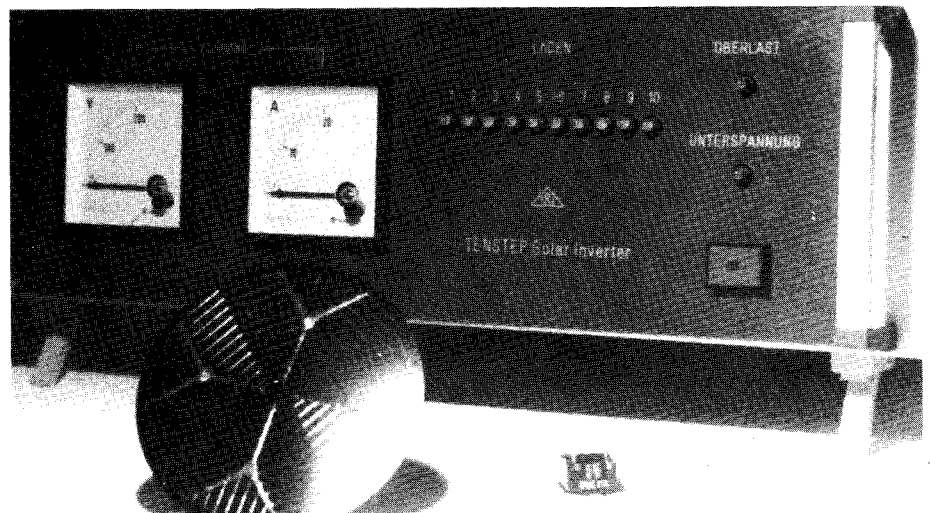
Der Prototyp

Nachdem die Funktionsfähigkeit der Schaltung und der einzelnen Baugruppen am ersten, in „Drahtverhaubauweise“ hergestellten Gerät verifiziert werden konnte, wurde ein Prototyp gebaut. Er läßt sich wie folgt kurz beschreiben:

Ausleistung ca. 2,5 kVA, zehn Spannungsstufen, mechanische Bauweise 19"-Gehäuse mit 3 HE (Höhen-einheiten), Gewicht rund 6 kg. Gerechtigkeitshalber muß gesagt werden, daß dieses extrem günstige Leistungs/Gewicht-Verhältnis nur durch eine aus anderen Gründen verwendete Flüssigkeitskühlung erreicht werden konnte, die nicht jedermann gefallen mag.

Die gewählte Anzahl der Spannungsstufen stellt einen Kompromiß zwischen der Oberwellenfreiheit und einem vertretbaren Schaltungsaufwand dar. Da bei diesem Konzept keine Stromrückspeisung ins öffentliche Netz beabsichtigt wird, konnte auf eine noch feinere Abstufung der Ausgangsspannung verzichtet werden.

Der praktische Betrieb hat die mit eisenlosen Wechselrichtern generell gemachten Erfahrungen voll bestätigt. Auf Grund des niedrigen Eigenverbrauches von rund 4,5 W bleibt der Wirkungsgrad auch im untersten Teillastbereich sehr hoch. Das Konzept erlaubt den Einsatz von Niederspannungs-SIPMOS-Transistoren, deren Einschaltwiderstand im Milliohm-Bereich liegt, so daß die Ge-



Frontplatte des von Ivan Riegl gebauten Wechselrichters: im Vordergrund eine 4"-Solarzelle zum Größenvergleich mit dem danebenliegenden SIPMOS-Leistungstransistor.

samtverluste auch bei Nennleistung niedrig bleiben.

Gemessen wurden:

bei 5 % Nennleistung 92 %

bei 50 % Nennleistung 97 %

bei 95 % Nennleistung 94 %.

Diese sehr guten Eigenschaften haben allerdings auch ihren Preis: der Verdrahtungsaufwand zwischen den Batterien und dem Wechselrichter ist relativ hoch. Dies ist aber auch der einzige Nachteil, der dem Verfasser bekannt ist.

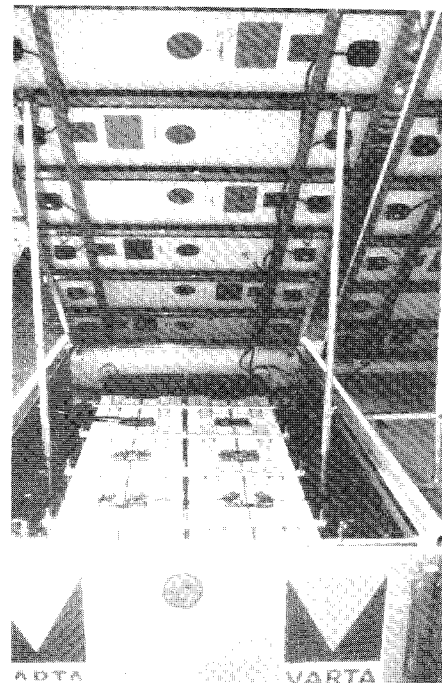
Stichwortartig einige weitere Merkmale:

– Arbeitsfrequenz zwischen fast DC und einigen kHz frei wählbar.

– Bei dreiphasigem Sinus-Oszillator Möglichkeit, zwei weitere Einheiten synchronisiert anzusteuern. Sternschaltung der Ausgänge ergibt einen sehr flexiblen Drehstrom-Wechselrichter.

– Wechselrichter verschiedener Leistungsklassen von etwa 50 VA bis 20 kVA können mit (fast) der gleichen Schaltung realisiert werden.

Ivan Riegl

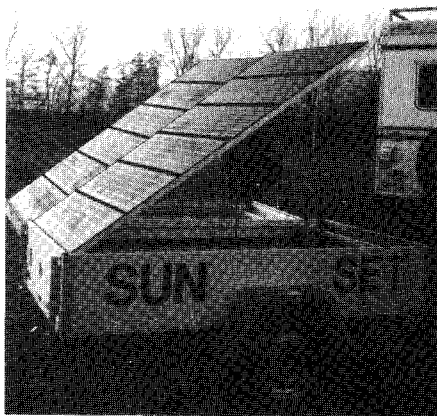


Batterieraum des insgesamt 750 kg schweren Anhängers

Krankenbesuch mit Kleinkraftwerk im Anhänger

Die Firma Sunset-Solartechnik, Starrenweg 53, 8520 Erlangen, löste eine ungewöhnliche Energieversorgungsaufgabe so gut, daß erste Anschlußaufträge bereits vorliegen: Ein Arzt mochte auf zwei entlegenen Krankenstationen, die er wechselweise betreut, nicht auf elektrischen Strom verzichten. Zwei Photovoltaikanlagen wären das Nahe-liegende gewesen, aber mit einer geht's auch, wie Sunset demonstrieren konnte.

Eine rund 600 W leistende Anlage wurde auf einem bedingt geländetauglichen Aluminiumanhänger untergebracht, der mit dem Geländewagen des Arztes von Station zu Station mitfährt. Während der Fahrt werden die im Anhänger mitgeführten Speicherbatterien zusätzlich von der Lichtmaschine aufgeladen. Am Einsatzort öffnet man den Anhängerdeckel und bringt die Solargeneratoren in Position. Über eine 220-V-Steckdose werden die medizinischen Geräte mit Strom versorgt, eine Klimaanlage über eine andere mit 110 V. Die Beleuchtung übernehmen 20 Transistorleuchten zu je 16 W, deren Leuchtkraft mit einer herkömmlichen 75-W-Lampe vergleichbar ist; für sie gibt es am Anhänger zwei 24-V-Steckdosen. Gesamtkosten des mobilen Stromlieferanten: DM 35 000.



Anhänger mit aufgestellten Solarpaneelen, die eine Gesamtleistung von etwa 600 W erbringen.

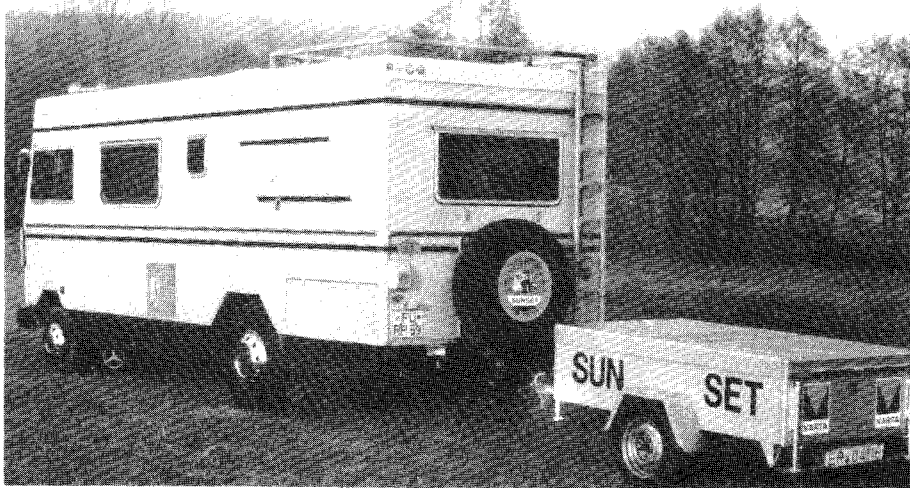
Mit dem Sunset-Solaranhänger, der zum Einsatz in der Dritten Welt bestimmt ist, kommen die neuen Dünnsolarmodule der amerikanischen Firma Arco-Solar zum Einsatz, die zwischen 30 und 35 W leisten und nach Angabe von Sunset weniger als 800 DM kosten. Ein Modul mißt 40,6 x 121,9 cm. Das Modul mit der Typenbezeichnung G-4000 wird als „monolithischer Schaltkreis aus hauchdünnen Siliziumlagen“ beschrie-

ben, die direkt auf eine gläserne Trägerschicht aufgebracht sind. Die aktive elektrische Gläserträgerschicht sei unter Verwendung von Äthyl-Vinyl-Acetat dauerhaft mit einer gehärteten Glasabdeckplatte verbunden. Dadurch ergebe sich ein feuchtigkeitsbeständiges, UV-stabiles Allzweckmodul zur Ladung von 12-V-Batterien. Es zeichne sich durch besonders hohe Stromerträge auch bei geringer Lichtintensität und diffusum Licht aus.

Auf dem Anhänger zur Versorgung der Krankenstationen sind 12 dieser Module untergebracht, sechs im Anhänger und sechs in seinem Deckel. Sie können bis zu 90 Grad geneigt werden. Gespeichert wird die Energie in 16 sog. Solarbatterien von Varta mit einer Kapazität von jeweils 100 Ah.

Energieversorgung neu durchdacht

Im September 1986 veranstaltete die Friedrich-Ebert-Stiftung in Zusammenarbeit mit der Sozialdemokratischen Gemeinschaft für Kommunalpolitik ein Fachseminar zur kommunalen Energiepolitik. Die sehr gut besuchte Veranstaltung zeichnete sich durch ein wahrhaft innovatives Denken in bezug auf die künftige Energiewirtschaft aus. Voraussetzung für die Umstrukturierung der Energiewirtschaft, wie sie etwa die Landeshauptstadt Saarbrücken anstrebt, sei die Anerkennung des Primats der Politik auf diesem Gebiet. In einer Sonderausgabe der Zeitschrift „Demokratische Gemeinde“ sind die Vorträge dieser Tagung abgedruckt worden. Sie ist zum Preis von 7 DM unter der Bestellnummer 7014 zu beziehen von: Demokratische Gemeinde, Am Michaelshof 8-10, 5300 Bonn 2.



Dieses Auto macht einen Tropenarzt mobil, die Photovoltaikanlage im Anhänger sorgt für Elektrizität in den besuchten Krankenstationen.