

## Negative Versorgungsschiene

Beim Entwurf einer Schaltung versucht man die Anzahl der Versorgungsspannungen übersichtlich zu halten. Zusätzliche Spannungswandler bedeuten höhere Kosten, höheren Flächenverbrauch, größeren Testaufwand und falls es geschaltete Wandler sind, auch ein höheres Risiko bei der EMV.

Bei geringen Strömen können positive Spannungen allerdings von Linearreglern bereitgestellt werden. Diese sind oft sehr einfach beschaltet und arbeiten ohne Schaltvorgänge. Hierbei sollte man jedoch die Effizienz im Auge behalten, da diese proportional zum Spannungsverhältnis ist.

Diese Option entfällt bei negativer Spannung. Bipolare Versorgung ist zum Beispiel immer noch oft bei OP-Schaltungen oder analogen Filtern anzutreffen. Welche Optionen stehen hier zur Verfügung?

Zunächst sollten die Anforderungen klar sein. Welche positive Versorgung ist vorhanden? Welchen Strom benötige ich auf der negativen Versorgung?

### Ladungspumpe

Bei einer OP-Schaltung ist die Anforderung oft, dass

die Versorgung symmetrisch ist. D.h. es werden zu den (z.B.) 5 V auch -5 V benötigt.

Ist die Gesamtstromaufnahme der Schaltung bei 20 mA und weniger, lassen sich hierfür invertierende Ladungspumpen verwenden. Ladungspumpen sind effizient, klein und benötigen bis auf ein paar Kondensatoren keine externen Bauteile. Vorsicht ist nur bei geregelten Ladungspumpen angebracht. Ladungspumpen sind nur effizient nur bei Inversion oder ganzzahligen Vervielfachung der Spannung. Geregelte Ladungspumpen nutzen einen nachfolgenden Linearregler, um geregelte Spannung zu erzeugen. Die Effizienz sinkt dann entsprechend.

Ladungspumpen arbeiten mit Schaltvorgängen und können auch Funkabstrahlung verursachen. Die geringen Ströme, keine Induktivitäten und typischerweise sehr geringe Fläche des geschalteten Stromkreises mindern die erwartete Emission deutlich.

Invertierende Ladungspumpen sind jedoch eine einfache, günstige und platzsparende Möglichkeit eine negative

Spannungsversorgung bereit zu stellen.

### Diskreter DC/DC Wandler

Sollten die Ströme größer sein, ist die Verwendung von diskreten DC/DC Wandlern die Standardlösung und bedürfen keiner besonderen Ausführung. Diese bestehen typischerweise aus einem Controller und einer Spule. Die Vorteile sind variable Ausgangsspannung und Ströme. Die Effizienz eines solchen Wandlers ist sehr gut, die belegte PCB Fläche ist allerdings recht groß und die Außenbeschaltung ist umfangreich. Die Kosten skalieren mit der Anforderung, da die Spule häufig den größten Kostenanteil stellt. Die Funkabstrahlung bei DC/DC Wandlern ist eines der häufigsten Probleme in der EMV. Dies liegt zum Teil an den geschalteten Strömen und zum Teil an den recht großen Stromkreisen, in denen große Ströme geschaltet werden. Hier ist auch das größte Risiko in der Entwicklung, da Korrekturen, Eildienst und Wiederholtermine für EMV schnell teuer werden können.

.. /Seite 2

## DC/DC Wandler-Modul

Es gibt für positive Spannungen eine Reihe von vollintegrierten DC/DC-Modulen welche den Controller, die Spule und zum Teil auch Ausgangskapazitäten auf dem Modul integriert haben. Diese Module existieren für variable Ausgangsspannungen und Ströme. Die geschalteten Stromkreise sind sehr klein

gehalten und die Funkabstrahlung ist häufig bereits vermessen und bekannt. Zusätzlich ist der Entwicklungsaufwand geringer, allerdings gegen höhere Stückkosten. Da die Stückzahlen in der Medizintechnik auch mal gering sein können, sollten auch die Module berücksichtigt werden.

Leider ist die Auswahl an solchen Modulen für negative Spannung deutlich eingeschränkter, bzw. nicht vorhanden.

Allerdings kann ein Wandler-Modul für positive Spannung auch negative Spannung erzeugen.

Dies wird in Abbildung 1 am Schaltplan eines Moduls demonstriert.

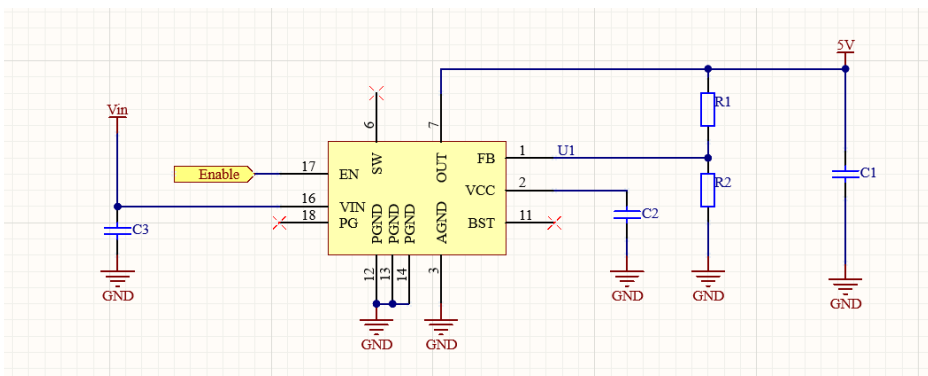


Abbildung 1

DC/DC Wandler-Modul zur Erzeugung positiver Spannungen.

Die Eingangsspannung dieses Moduls kann hier bis zu 24 V betragen, ist hier aber auf 12 V begrenzt. Der Ausgangsstrom ist mit 2 A angegeben. Die Beschaltung ist überschaubar. Dies Modul ist durch R1/R2 auf 5 V eingestellt. Die

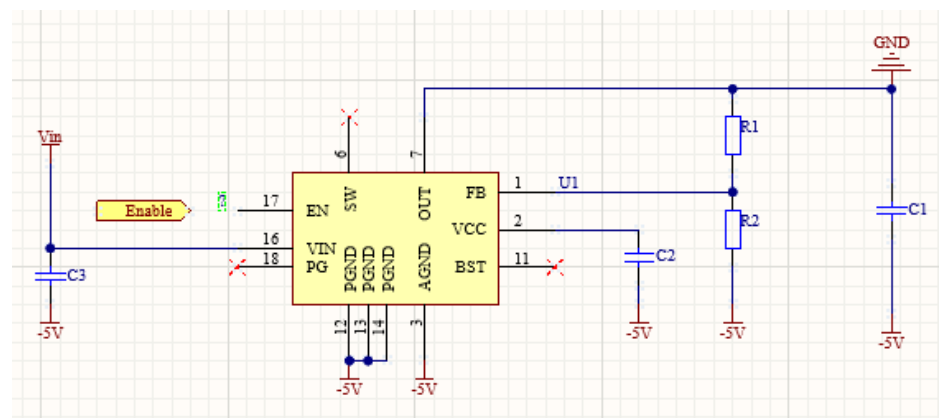
Ausgangsspannung ist durch das maximale Tastverhältnis auf 80% der Eingangsspannung begrenzt.

Um mit diesem Modul -5 V zu erzeugen, kann die Referenz des Moduls angepasst werden. Alle

Bezugspunkte des Moduls müssen entsprechend geändert werden. Jeder Massebezug des Moduls muss dann auf die gewünschte Ausgangsspannung gelegt werden, siehe Abbildung 2.

Abbildung 2

DC/DC Wandler-Modul aus Abbildung 1 zur Erzeugung negativer Spannungen, Masse auf Ausgangsspannung.



Aus der Sicht des Moduls liefert es jetzt immer noch 5 V, nun allerdings aus einer Eingangsspannung  $V_{in}$  von 17 V. Folgendes gibt es jedoch zu beachten, die nutzbare Eingangsspannung wird um die negative Ausgangsspannung geringer. Diese Schaltung

kann nicht mehr aus einer GND-bezogenen 24 V Quelle betrieben werden. Die Spannungsfestigkeit der Eingangskondensatoren muss hierfür ausreichend sein. Das minimale Tastverhältnis darf nicht unterschritten werden. Zusätzlich ist der Enable-Pin

nicht mehr GND-bezogen, d.h. dieser kann nicht mehr mit Logik-Pegeln geschaltet werden. Dies kann mit einem 2-Kanal FET-Array behoben werden, siehe Abbildung 3.

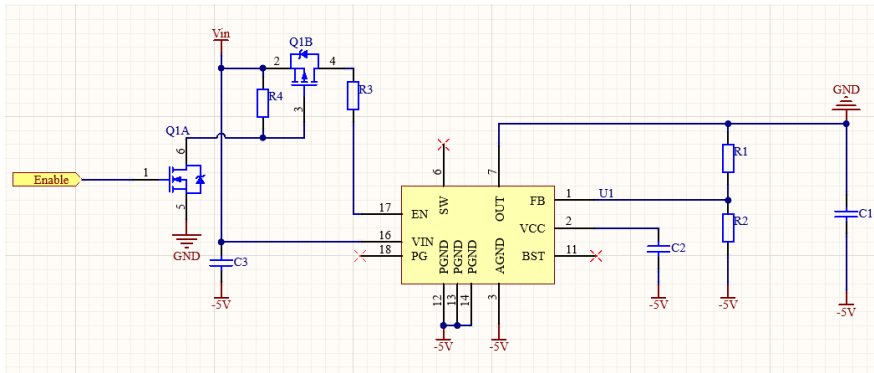


Abbildung 3

DC/DC Wandler-Modul aus Abbildung 1 zur Erzeugung negativer Spannungen mit Logik-kompatiblem Enable Signal.

Diese Schaltung kann eine stabile, belastbare, negative Versorgung bereitstellen. Das hier verwendete Modul ist bei 3x5 mm Abmessungen sehr kompakt, flexibel und

effizient. Die Funkabstrahlung ist gering, da der geschaltete Stromkreis in sehr klein ist.

Sofern der Austausch der Bezugsspannung vollständig geschieht und die Folgen der

höheren Eingangsspannung berücksichtigt werden, ist diese Methode generell geeignet um positive, bekannte Wandler in negative zu verwandeln.

A. Nadorow, Senior-Hardwareentwickler der CogniMed GmbH