

TEA 1204, der bidirektionale DC/DC-Wandler für Step-up- und Step-down-Betrieb

Der neue, voll integrierte DC/DC-Wandler TEA 1204 von Philips kann wahlweise im Step-up- oder Step-down-Betrieb arbeiten und ermöglicht Ausgangsspannungen von 3,3 V, 3,6 V und 5 V mit sehr hohem Wirkungsgrad.

Allgemeines

Im Bereich der Spannungsversorgung spielen DC/DC-Wandler eine wichtige Rolle. Besonders der stark expandierende Markt an batteriebetriebenen, portablen Geräten erfordert eine bestmögliche Ausnutzung von Batterie, bzw. Akkukapazitäten bei stabiler Betriebsspannung. Häufig hängt die Betriebsdauer des Gerätes entscheidend von der Effektivität des Netzteils ab.

Je nach Spannungsquelle kann für den Betrieb eines Gerätes eine Aufwärts- oder eine Abwärtswandlung erforderlich sein.

Der TEA 1204 erzeugt nun im Aufwärtsbetrieb aus 2 NiCd/NiMH-Akkus (Anlaufspannung $> 2,4$ V) oder einer Li-Ionen-Zelle eine stabile Speisespannung von 3,3 V oder 5 V. Als Abwärtsregler eingesetzt, liefert der Chip z. B. aus 4 NiCd/NiMH-Zellen stabilisiert 3,3 V oder 3,6 V. Je nach Lastbedingung und Wandlungsart beträgt der Wirkungsgrad des Bausteins dabei bis zu 96 %. Der Stromverbrauch des Chips ist mit typisch 100 μ A angegeben.

Der TEA 1204 benötigt nur eine sehr geringe externe Beschaltung, die im wesentlichen aus einer schnellen Schottky-Diode, einer passenden Speicherdrossel und zwei Pufferelkos mit geringem Innen-

widerstand besteht. Obwohl der Chip in einem kleinen 8poligen SMD-Gehäuse geliefert wird, ist für den Step-up-Betrieb ein N-Kanal-Power-FET und für den Step-down-Betrieb ein P-Kanal-Power-FET integriert. Je nach Wandlungsart wird nur einer der beiden integrierten Leistungsschalter genutzt.

Sowohl der N-Kanal- als auch der P-Kanal-MOSFET sind mit einem $R_{DS(on)}$ von 0,12 Ω angegeben und können im arithmetischen Mittel 1 A verarbeiten.

Sobald in einen der beiden Power-MOSFeld-Effekt-Transistoren der Strom 4,5 A erreicht, wird der FET zum Schutz gesperrt und somit keine weitere Energie in die Speicherdrossel geleitet. Im normalen Betrieb ist diese Überstrom-Schutzschaltung ausschließlich während der Startphase aktiv.

Abhängig von der Wandlungsart und der gewählten Ausgangsspannung ist eine Dauer-Ausgangsleistung von 2,4 W bis 3,5 W möglich. Im Kurzzeitbetrieb (Burst-Mode) ist hingegen eine Spitzenleistung bis zu 8 W zulässig.

Zum weiteren Schutz des Bausteins ist eine Übertemperatur-Schutzschaltung integriert, die bei 120°C-Chiptemperatur den Wandler abschaltet. Der Wandler nimmt seinen Betrieb erst wieder auf, wenn die Chiptemperatur 70°C unterschreitet. Im Shutdown-Mode (nur sinnvoll im Step-down-Betrieb) werden beide Feldeffekt-Transistoren deaktiviert und der Stromverbrauch des TEA 1204 reduziert sich auf ca. 5 μ A.

Bevor wir nun zur Schaltung des TEA 1204 kommen, betrachten wir zuerst die grundsätzliche Funktionsweise von DC/DC-Wandlern.

Auch wenn bereits ein einfacher Widerstands-Spannungsteiler als DC/DC-Wandler bezeichnet werden könnte, versteht man unter diesem Begriff im allgemeinen sekundär getaktete Schaltregler.

Sekundär getaktete Schaltregler lassen sich nach dem Funktionsprinzip in drei Grundtypen einteilen. Dies sind der Abwärtswandler, der Aufwärtswandler und

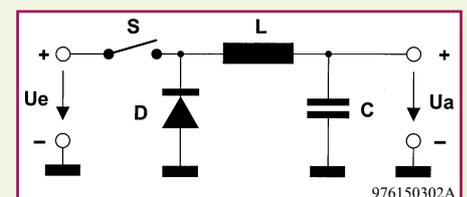
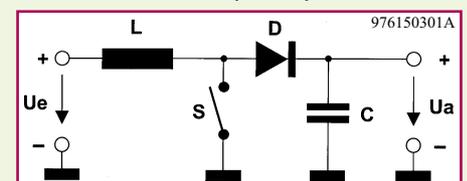


Bild 1: Funktionsprinzip eines Abwärtswandlers (oben)

Bild 2: Funktionsprinzip eines Aufwärtswandlers (unten)



der invertierende Wandler. Wie bereits die Namen schon sagen, ist beim Abwärts-wandler die Eingangsspannung größer als die Ausgangsspannung und beim Aufwärts-wandler ist die Ausgangsspannung größer als die Eingangsspannung, beim invertierenden Wandler ist die Polarität zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung gedreht. Da der TEA 1204 nicht als invertierender Wandler vorgesehen ist, beschreiben wir im weiteren Verlauf das Grundprinzip des Abwärts- und Aufwärtswandlers.

Das einfache Funktionsprinzip eines Abwärtswandlers ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Ausgangsspannung ist abhängig vom Tastverhältnis, mit dem der Schalter S gesteuert wird. Solange der Schalter geschlossen ist, fließt Strom über die Speicherdrossel L zum Ausgang und in den Kondensator C. Dabei wird gleichzeitig Energie in der Speicherdrossel L gespeichert. In der nächsten Schaltphase wird der Schalter geöffnet. Nun bleibt aufgrund der in L gespeicherten Energie der Stromfluß über die Diode D aufrecht erhalten. Die vom Tastverhältnis abhängige Ausgangsspannung ergibt sich nach der einfachen Formel:

$$U_A = \frac{T_{Ein}}{T_{Ein} + T_{Aus}} \times U_E$$

Da bei diesem Wandlungsprinzip der Stromfluß durch die Speicherdrossel permanent zum Ausgangsstrom beiträgt, wird dieser Wandler auch als Durchfluß-Wandler bezeichnet.

Aus Abbildung 2 geht das grundsätzliche Funktionsprinzip eines Aufwärtswandlers hervor.

Bei geöffnetem Schalter S fließt über die Speicherdrossel L und die Diode D Strom zum Ausgang und in den Kondensator C. Der Kondensator lädt sich dabei annähernd auf die Eingangsspannung auf. Nun wird in der nächsten Schaltphase der Schalter S geschlossen, worauf der Stromfluß durch die Speicherdrossel ansteigt. Ein Entladen des Kondensators C ist nicht möglich, da die Diode D sperrt. In der anschließenden Schaltphase wird der Schalter S wieder geöffnet. Nun addiert sich die an der Speicherdrossel anliegende Spannung zur Ausgangsspannung. Auch bei diesem Wandlertyp ist die Ausgangsspannung abhängig vom Tastverhältnis.

$$U_A = \frac{T_{Aus} + T_{Ein}}{T_{Aus}} \times U_E$$

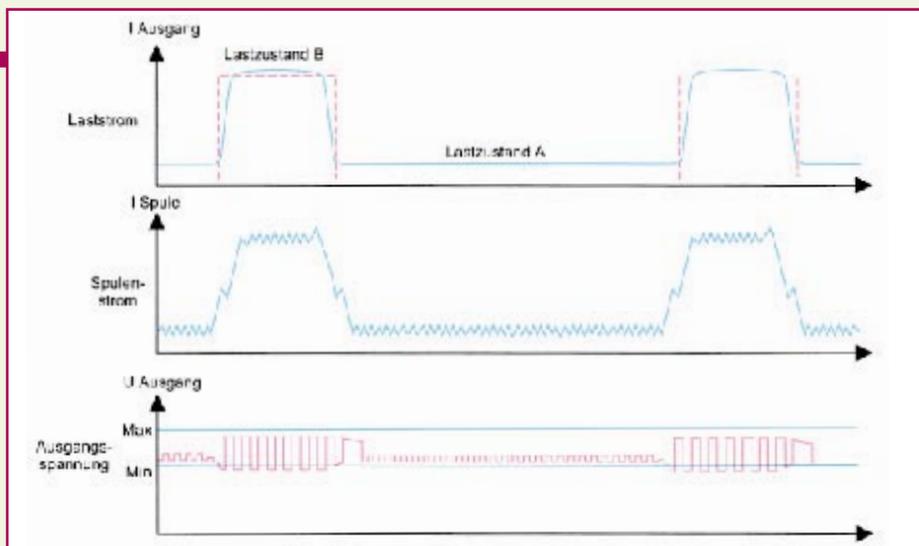


Bild 3: Laststrom, Drosselstrom und Ausgangsspannung in einer Burst-Anplikation

Diesen Wandler bezeichnet man als Sperrwandler, da in der Schaltphase, in der Energie in die Drossel eingeladen wird, kein Nachladen des Kondensators C erfolgt.

In Verbindung mit dem TEA 1204 wurde nun eine kleine Leiterplatte in SMD-Technologie realisiert, die über Kodierbrücken wahlweise als Abwärts- oder Aufwärts-wandler konfigurierbar ist. Über Kodierbrücken ist dabei neben der Wandlungsart auch die gewünschte Ausgangsspannung einstellbar. Tabelle 1 zeigt die zum jeweiligen Betriebsmode zugehörigen Kodierbrückeneinstellungen, die Ausgangsspannungen und die zulässigen Betriebsspannungen.

Eine Besonderheit beim TEA 1204 ist der Burst-Mode-Trigger-Eingang. Über diesen Eingang kann die Regelung des TEA 1204 sehr schnell auf zwei periodisch auftretende Laständerung reagieren, wie es z. B. in Mobiltelefonen und vielen anderen Anwendungen vorkommt.

Der Burst-Mode-Trigger-Eingang ist dazu mit einem Digital-Signal von beliebiger Polarität zu steuern (High = Lastbedingung 1, Low = Lastbedingung 2 oder umgekehrt). Die zur jeweiligen Lastbedingung gehörende Reglereinstellung wird vom Chip automatisch gespeichert. Wenn der Burst-Mode-Trigger-Eingang nicht genutzt wird, ist dieser Pin wahlweise auf High- oder Low-Pegel zu legen.

Abbildung 3 zeigt den Laststrom, den Strom in der Speicherdrossel und die Ausgangsspannung bei einer Burst-Mode-Anplikation.

Abhängig vom Gleichspannungs-Pegel am Sense-Eingang steuert eine digitale Logik sämtliche Schaltaktionen des Reg-

lers. Bei geringer Ausgangslast wird dabei die Speicherdrossel nur mit sehr schmalen Stromimpulsen beaufschlagt. Unterschreitet die Ausgangsspannung einen Minimalwert, sorgt die Regelung für breitere Impulse, so daß die Spannung wieder ansteigt. Unterschreitet die Ausgangsleistung den zulässigen Minimalwert, so arbeitet der TEA 1204 im Diskontinuous-Mode, d. h. die Speicherdrossel wird periodisch mit Stromimpulsen beaufschlagt.

Die Restwelligkeit am Ausgang steigt dabei geringfügig an.

Schaltung

Die Schaltung unserer kleinen DC/DC-Wandler-Platine ist in Abbildung 4 als Step-down-Wandler und in Abbildung 5 als Step-up-Wandler zu sehen. Das zuvor beschriebene Funktionsprinzip von beiden Wandlertypen ist dabei leicht wiederzuerkennen. Während im Step-down-Mode die Diode D 1 nicht genutzt wird, kann im Step-up-Betrieb die Schottky-Diode D 2 entfallen.

Die Leiterplatte ist so ausgelegt, daß mit Hilfe der Kodierbrücken J 1 bis J 4 der gewünschte Betriebsmode und die Ausgangsspannung einzustellen ist. Im Step-up-Mode ist die Eingangsspannung an ST 1 und ST 2 anzulegen und die Ausgangsspannung steht an ST 3 und ST 4 zur Verfügung. Im Step-down-Mode hingegen sind die Anschlußpins für Ein- und Ausgang zu vertauschen.

Nachbau

Die gesamte Schaltung unseres DC/DC-Wandlers findet auf einer Leiterplatte mit den Abmessungen 36 x 29 mm Platz. Auch

Tabelle 1: Konfiguration des TEA 1204

Betriebsart	Kodierbrücke JP 1 (U/D)	Kodierbrücke JP 2 (Usel)	Kodierbrücke JP 4 (Sense)	Eingangssp. (V)	Ausgangsspannung (V)
Step-Up	Low	Low	mit ST 3 verbinden	1,6 - 4,3 (ST1/ST2)	5,0 (ST3/ST4)
Step-Up	Low	High	mit ST 3 verbinden	1,6 - 3,0 (ST1/ST2)	3,3 (ST3/ST4)
Step-Down	High	Low	mit ST 1 verbinden	3,6 - 5,0 (ST3/ST4)	3,6 (ST1/ST2)
Step-Down	High	High	mit ST 1 verbinden	3,3 - 5,0 (ST2/ST4)	3,3 (ST1/ST2)

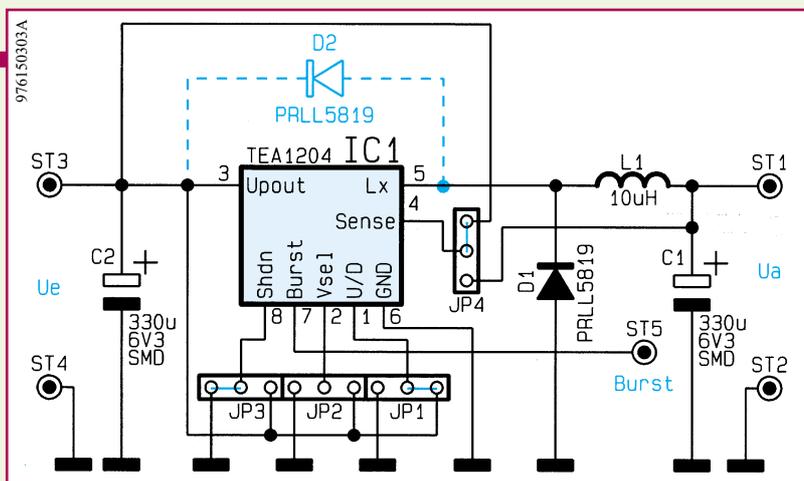


Bild 4:
Der TEA 1204 arbeitet als Step-down-Wandler

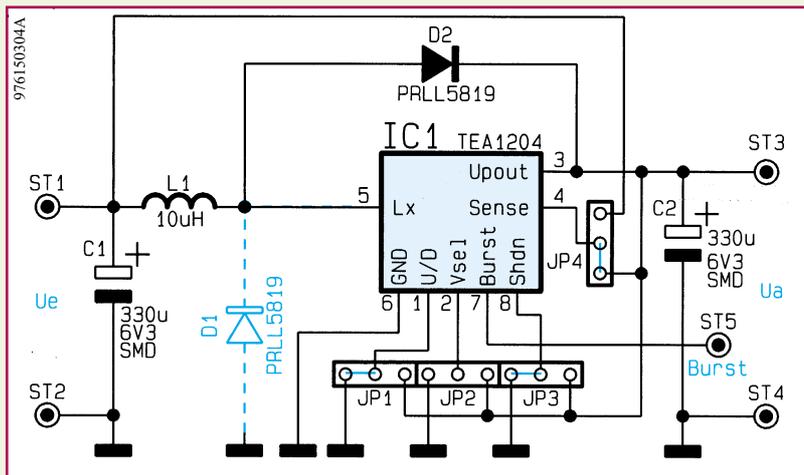
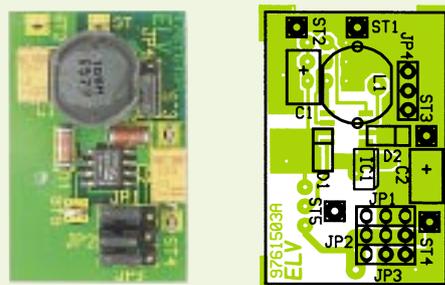


Bild 5:
Der TEA 1204 arbeitet als Step-up-Wandler

Stückliste: DC/DC-Wandler TEA1204

- Kondensatoren:**
330µF/6,3V/SMD C1, C2
- Halbleiter:**
TEA1204 IC1
PRL5819 D1, D2
- Sonstiges:**
SMD-Speicherdrossel, 10 µH L1
Lötstifte mit Lötöse ST1-ST5
Stiftleisten, 1 x 3polig JP1-JP4
4 Jumper



Ansicht der fertig aufgebauten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

Danach sind die beiden Schottky-Dioden, gefolgt von den Elkos C 1 und C 2 in gleicher Weise zu verarbeiten.

Die Speicherdrossel L 1 ist ebenfalls für Oberflächenmontage vorgesehen und entsprechend zu verlöten.

Die einzigen konventionell zu bestückenden Bauteile sind die vier dreipoligen Stiftleisten zur Aufnahme der Kodierbrücken und vier Lötstifte mit Öse zum Anschluß der Versorgungsleitungen. Nach einer Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler kann der DC/DC-Wandler seinem bestimmungsgemäßen Einsatz zugeführt werden. **ELV**

wenn insgesamt nur 5 Bauelemente und 4 Kodierbrücken zu bestücken sind, erfordert der praktische Aufbau aufgrund des geringen Pinabstands vom TEA 1204 etwas Lötferfahrung. Zum Aufbau sollte auch ein Minimum an Spezialwerkzeugen zur Verfügung stehen. Neben einem LötKolben mit sehr feiner Lötspitze (bleistiftspitze) und dünnes SMD-Lötzinn ist eine entsprechende Pinzette zum Fassen der kleinen Bauteile nützlich.

Entsprechend der Stückliste und des

Bestückungsplanes beginnen wir mit dem Einsetzen des integrierten Schaltkreises. Zuerst ist ein äußerer Lötspalt leicht vorzuverzinne. Danach ist das IC mit der Pinzette an der vorgesehenen Stelle zu platzieren und am vorverzinnten Lötspalt anzulöten. Solange noch kein weiterer IC-Pin verlötet ist, kann gegebenenfalls noch eine Korrektur vorgenommen werden. Liegen alle Anschlußpins direkt auf den Lötspalten auf, sind die Pins nacheinander sorgfältig zu verlöten.

Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturenschärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platine legen, daß die bedruckte Seite zur Leiterplatte hinweist, d. h. die auf der Vorlage aufgedruckte Zahl ist lesbar (nicht seitenverkehrt).
2. Glasscheibe darüberlegen, damit sich ein direkter Kontakt zwischen Platinenvorlage und Leiterplatte ergibt.
3. Belichtungszeit: 3 Minuten (1,5 bis 10 Minuten mit 300Watt-UV-Lampe bei einem Abstand von 30 cm oder mit einem UV-Belichtungsgerät).

Achtung:

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind.

9731423A	Master-Slave MS 97
9751477A	Geräte-Vollschutz GVS 97
9761492A	SMD-Modellbaublinder
9761489A	Flugmodell-Motorschalter
9761503A	DC/DC-Wandler TEA 1204
9761496A	Marderschreck
9761493A	Telefon-Fremdaufschaltungs-Erkennung