

ELETTROTERAPIA



ALIMENTAZIONE DEGLI ELETTROTROPICI OPERANTI IN REGIME DI CORRENTE COSTANTE



Testo di Marco Montanari



www.fieldsforlife.org

Copyright © 2010

LICENZA PUBBLICA GENERICA (GPL) DEL PROGETTO GNU

**GLI APPARECCHI QUI DESCRITTI
NON SONO GIOCATTOLI**

**IL LORO USO IMPROPRIO PUÒ
CAUSARE DANNI
A COSE E A PERSONE**

INDICE

Pagina

- 4 PREMESSA**
- 5 CONVERTITORE DC/DC EROGABILE 2 - 4 mA ALIMENTATO DA BATTERIE
RICARICABILI (Ni-MH E ZINCO-CARBONE)**
- 7 CONVERTITORE DC/DC ALIMENTABILE CON BATTERIE RICARICABILI AL
PIOMBO 12 V**
- 8 CONVERTITORE DC/DC DA 5 – 6 V A 30V A COMMUTAZIONE**
- 10 CONVERTITORE DC/DC DA 12 V A 30 V**

PREMESSA

Lo scopo di questi articoli non è certo quello di *“insegnare ai gatti come devono arrampicarsi sugli alberi”*, perché qualunque professionista non utilizzerebbe le soluzioni circuitali proposte in prosieguo in quanto, per qualunque esigenza, i convertitori di tensione sono forniti in abbondanza dall'industria elettronica. Ad esempio la Maxim produce una serie di integrati che, in un ridotto volume, possono erogare tutte le tensioni e le correnti necessarie alla progettazione elettronica.

Come già annunciato in altri articoli in merito al loro scopo scientifico, con i medesimi si vuole dare a chiunque, in ogni parte del mondo, la possibilità di fare della biofisica sperimentale con cognizione di causa, per la quale non servono sofisticate apparecchiature irreperibili da parte del comune mortale, ma tanta buona volontà e abbondante spirito critico. Fare della biofisica sperimentale implica la medesima differenza che c'è tra leggere un romanzo rosa e fare realmente l'amore. La teoria, comunque fondamentale, deve subire la prova dei fatti soprattutto quando si prospettano delle innovazioni. Queste ultime sono una porta che conduce verso nuove scoperte in ambito biologico e terapeutico.

CONVERTITORE DC/DC EROGABILE 2 - 4 mA ALIMENTATO DA BATTERIE RICARICABILI (Ni-MH E ZINCO-CARBONE)

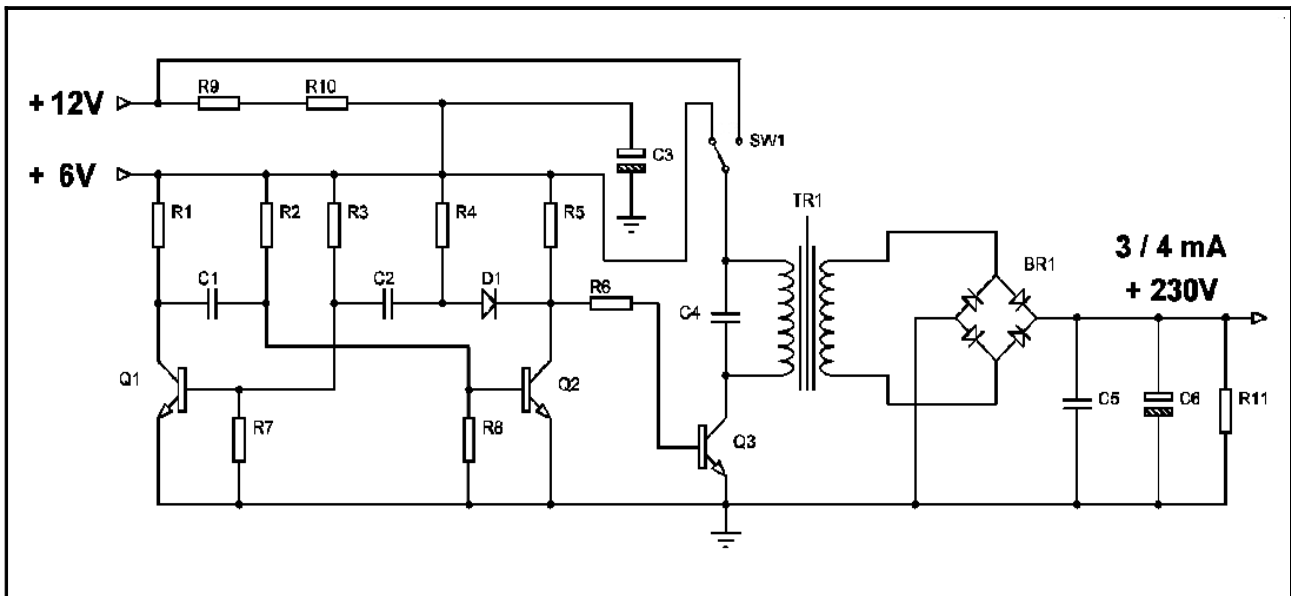


Figura 1: Schema elettrico di un convertitore di tensione DC/DC tipo flyback con frequenza di circa 2200 Hz alimentabile con batterie ricaricabili Ni-MH e zinco carbone.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 2,2K

R2 = 4,7K

R3 = 4,7K

R4 = 2,2K

R5 = 1K

R6 = 56 ohm

R7 = 15K

R8 = 15K

R9 = 47 ohm

R10 = 470 ohm

R11 = 2,2M

C1 = 0,1 uF

C2 = 0,1 uF

C3 = 1000 uF 25V

C4 = 0,12 uF 100V

C5 = 0,22 uF 1000 V

C6 = 22 uF 400 V

D1 = 1N4148

BR1 = 4x 1N4007

Q1 = BC547

Q2 = BC547

Q3 = TIP122

TR1 = trasformatore

5 / 220 – 3W (Vedi testo).

I generatori di corrente costante alimentati con la tensione di 110 V possono veicolare qualunque corrente di spostamento considerata utile sia in ambito diagnostico che terapeutico. È previsto l'uso di alimentatori in corrente continua da 60 a 110 V soprattutto nel caso in cui si desidera limitare al massimo l'area degli elettrodi e qualora si preveda una corrente costante di spostamento di uno o cinque milliampere con tempo di applicazione dell'ordine di alcune decine di minuti.

In Figura 1 è rappresentato lo schema elettrico di un convertitore DC/DC adatto ad alimentare gli elettromedicali che nei tessuti biologici veicolano correnti costanti di alcuni milliampere (2 - 4 mA).

Il circuito, composto da componenti discreti, contro un relativo ingombro offre alcuni vantaggi:

- Il più importante è il mantenimento della tensione di uscita (superiore a 110 V) con un carico di circa 2 mA che si mantiene utile al diminuire della tensione di alimentazione da 6 a circa 5 V. Quest'ultima deve essere rigorosamente a batteria (Ni-MH oppure zinco-carbone).
- Unicamente per scopi eminentemente sperimentali o di laboratorio si prevedono due diverse fonti di alimentazione esterne (6 – 12 V). E' da prediligere l'alimentazione esterna fissa a circa 5 V (4 batterie ricaricabili Ni-MH) per cui è necessario ignorare le resistenze R9 – R10 e il deviatore SV1, mantenendo il collegamento di TR1 come da schema.
- Se l'alimentazione è di 5 o 6 V prevedere l'uso di un trasformatore elevatore 5/230 (meglio se 4/230) VAC 3 W facilmente reperibile o modificabile togliendo dall'avvolgimento delle spire. L'alimentazione a 12 V è prevista per una maggiore erogazione di corrente; in questo caso usare un trasformatore 8/230 VAC 3W.
- Il condensatore C4 migliora il rendimento e il suo valore dipende dal trasformatore utilizzato, è quindi da trovare sperimentalmente.
- Per la sicurezza dell'operatore è indispensabile conservare la resistenza R11 che allo spegnimento scarica C6.

CONVERTITORE DC/DC ALIMENTABILE CON BATTERIE RICARICABILI AL PIOMBO 12 V

Lo schema seguente è quello di un convertitore DC/DC più semplice ma meno flessibile di quello di Figura 1 che è da prediligere qualora si preveda un'alimentazione con batteria ricaricabile al piombo.

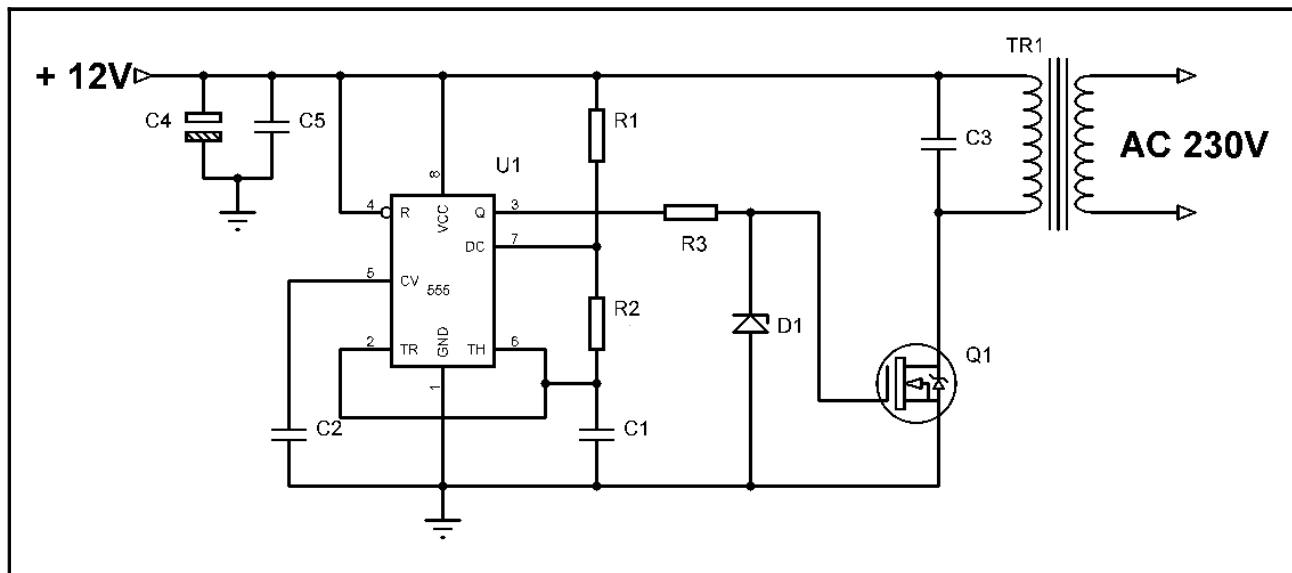


Figura 2: Convertitore DC/DC previsto per essere alimentato da una batteria ricaricabile al piombo da 12 V.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 1K	C1 = 10 nF	D1 = zener 9,1 V ½ W
R2 = 2,7K	C2 = 10 nF	Q1 = IRF510
R3 = 100 ohm	C3 = 0,12 uF 100 V	U1 = NE555
	C4 = 100 uF 25V	TR1 = trasformatore
	C5 = 0,1 uF	8/ 220 – 3W

Il condensatore C3 migliora il rendimento e il suo valore dipende dal trasformatore utilizzato, è quindi da trovare sperimentalmente. Sostituendo il trasformatore questo convertitore può erogare tensioni e correnti molto diverse o maggiori di quelle previste.

CONVERTITORE DC/DC DA 5 – 6 V A 30 V A COMMUTAZIONE

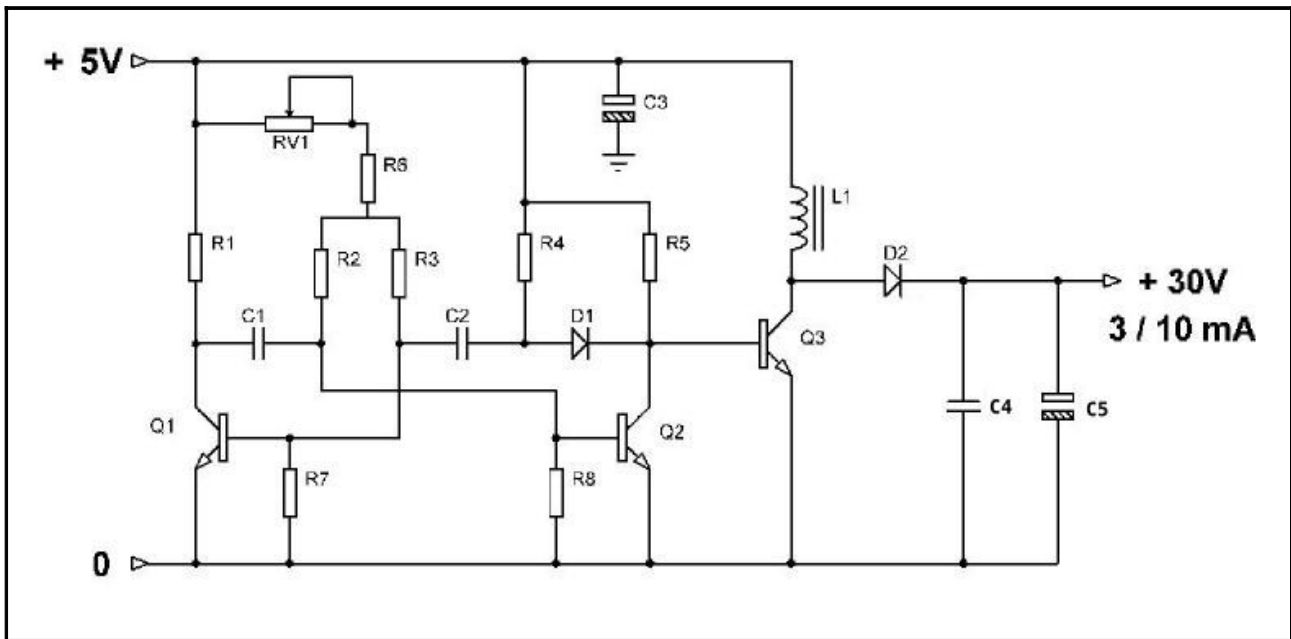


Figura 3: Convertitore DC/DC a commutazione ricavato dal circuito di Figura 1.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 2,2K	C1 = 4,7 nF vedi testo	D1 = 1N4148
R2 = 4,7K	C2 = 4,7 nF vedi testo	D2 = 1N4148
R3 = 4,7K	C3 = 330 uF 16V	Q1 = BC547
R4 = 2,2K	C4 = 0,1 uF 1000 V	Q2 = BC547
R5 = 1K	C5 = 470 uF 100 V vedi testo	Q3 = TIP122
R6 = 2,2 K vedi testo		L1 = 122 uH
R7 = 15K		
R8 = 15K		
RV1 = 470 ohm trimmer		

Il convertitore di Figura 3 è di tipo Boost e risulta ricavato dall'oscillatore astabile di Figura 1. Quest'ultimo è notevolmente flessibile, potendo sopportare indenne molte modifiche in funzione di innumerevoli applicazioni. La stabilità in frequenza può essere elevata e dipende dalla qualità dei condensatori C1 e C2 e, se sono identici, al collettore di Q2

l'onda quadra ha sempre un *duty cycle* del 50%.

Mantenendo inalterati tutti gli altri valori e, modificando solo i due suddetti condensatori, si può generare un *range* di frequenza che va dalle bassissime frequenze fino ad oltre 100 KHz.

Ruotando il cursore del trimmer RV1 e/o eliminando o modificando il valore della resistenza R6 si opera con precisione in un ristretto ambito di frequenze :

- R6 = 1,8 K da 35,8 KHz a circa 40 KHz
- R6 = 2,2 K da 32,5 KHz a 38 kHz

Aumentando la frequenza oltre i 36 KHz la corrente erogata (15 mA) diminuisce e proporzionalmente diminuisce anche l'assorbimento per cui il darlington T3 non necessita di dissipatore.

A oltre 40 KHz la corrente erogata scende a 3 mA e la tensione in uscita è di circa 32V. Se i valori sono quelli dell'elenco componenti, il funzionamento del convertitore si sintetizza nel seguente elenco:

- Resistenza R6 di 2,7 K.
- Frequenza di circa 35 KHz.
- Assorbimento 125 mA (T3 richiede un piccolo dissipatore).
- Tensione a vuoto, 64 V.
- Corrente erogata a 30 V, 15 mA

Il darlington TIP122 garantisce un buon funzionamento anche quando la tensione di alimentazione scende sotto 5 V. E' previsto che l'alimentazione di questo convertitore non debba superare i 6 V. Il condensatore C5 si può omettere se la sua presenza è prevista nel circuito asservito ed è bene non lesinare sulla sua tensione di lavoro.

CONVERTITTORE DC/DC DA 12 V A 30 V

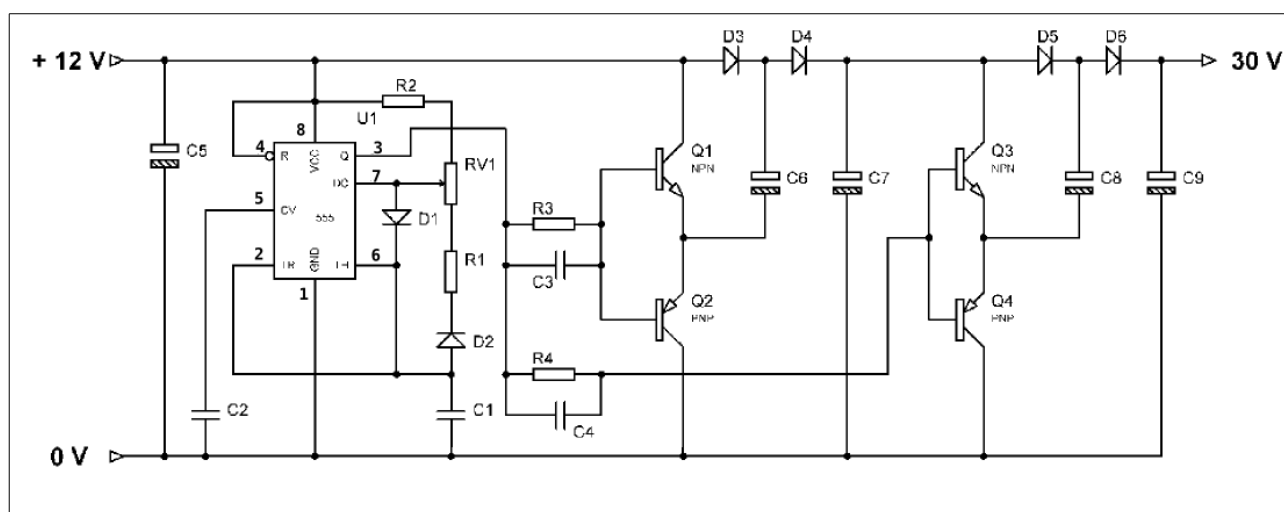


Figura 4: Versatile convertitore DC/DC.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 1K	C1 = 0,1 uF poliestere	Q1 = BD139
R2 = 1K	C2 = 10 nF poliestere	Q2 = BD140
R3 = 1,2K	C3 = 0,1 uF poliestere	Q3 = BD139
R4 = 1,2K	C4 = 0,1 uF poliestere	Q4 = BD140
RV1 = 1K trimmer	C5 = 2000 uF 25V	D1 – D2 = 1N4148
	C6 = 100 uF 50V	D3 – D4 – D5 – D6 =
	C7 = 470 uF 63V	1N4007
	C8 = 47 uF 63V	U1 = NE555
	C9 = 470 uF 63V	

Il convertitore di Figura 4 è da prediligere perché funziona sempre, anche se i componenti non sono di prima qualità, soprattutto nei riguardi dei condensatori elettrolitici C6 e C8. Aumentando le capacità di C6, C7, C8, C9 e senza altre modifiche, questo convertitore può erogare correnti molto superiori rispetto a quella ricavabile realizzando lo schema di Figura 4 (6 mA). Qualora si desideri aumentare la corrente erogabile, i transistor vanno

dotati di adeguato dissipatore di calore e si dovranno sostituire con altri di tipo darlington; ad esempio TIP122 (NPN) e TIP127 (PNP).

La capacità del condensatore elettrolitico C8 dovrà essere circa la metà di C6. Il trimmer RV1 consente di simmetrizzare l'onda quadra in modo che il *duty cycle* sia del 50%. Qualora l'esecuzione pratica è quella dell'elenco componenti, le caratteristiche sono le seguenti:

- Frequenza oscillatore: 4100 Hz circa
- Tensione uscita a vuoto: 32 V
- Erogazione: 6 mA a 28,4 V
- Assorbimento: 39 mA (compresi i 6 erogati)

Articolo pubblicato per la prima volta il 23 aprile 2010

Articolo aggiornato il 23 giugno 2010

Articolo aggiornato il 26 giugno 2010

Articolo aggiornato il 28 giugno 2010

Articolo aggiornato il 09 luglio 2010