



Marco Morlacchi (marco438)

ALIMENTAZIONE DEI CIRCUITI SPERIMENTALI

16 July 2011



alimentatori

Ho piu' volte cercato tra gli articoli di ElectroYou una **guida** relativa all'argomento trattato e non trovandola, ho pensato di redigere un piccolo compendio che aiuti tutti coloro che giornalmente tramite il Forum, rivolgono domande sul **come alimentare** il circuito che vorrebbero realizzare.

Quello che mi accingo a scrivere non e' un trattato ma un semplice riepilogo dei piu' comuni ed elementari sistemi di alimentazione che tutti i giorni si rendono necessari a chi come noi si muove nel mondo dell'elettronica.

Visto che l'articolo e' diretto ai neofiti, ho volutamente evitato di parlare degli alimentatori switching che per le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento, risulterebbero di difficile comprensione.

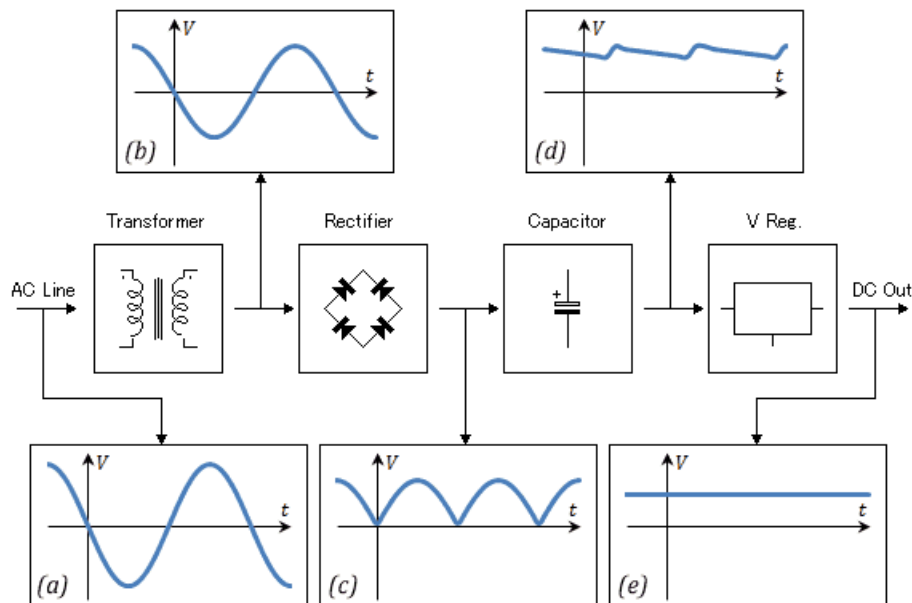
Dalla tensione di rete al circuito

Per prima cosa bisogna dire che per alimentare un circuito elettronico, sono necessarie basse tensioni continue.

Partendo dalla rete a 230V in alternata, dovremo quindi:

- ridurla;
- raddrizzare la bassa tensione ottenuta;
- filtrare e livellare la risultante;
- stabilizzare la tensione.

Per meglio far capire le varie fasi sopradescritte, vi invito ad osservare il grafico che segue e che illustra le diverse forme d'onda che si ottengono dopo ciascuna delle operazioni suddette.



fasi alimentatore

RIDUZIONE DELLA TENSIONE

Al fine di ottenere la riduzione della tensione dai 230VAC della rete ai 6/12/24/36VAC che ci necessitano, dobbiamo servirci di un trasformatore



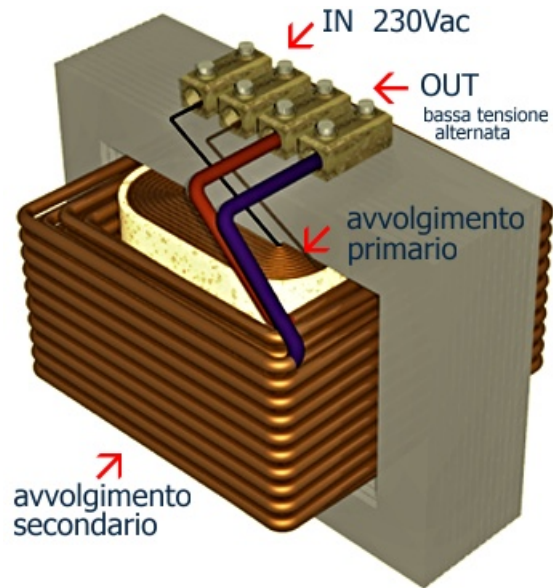
trasformatore.jpg

Questi ultimi si possono presentare come quelli in figura "tradizionali" o nella forma "toroidale":



DSCN1338.jpg

In entrambi i casi sono costituiti da due avvolgimenti "primario" e "secondario" che, opportunamente dimensionati, fanno sì che per effetto dell'induzione, la tensione entrante nel primo (230VAC) venga trasferita al secondo; la tensione d'uscita verrebbe quindi stabilita dal rapporto tra il numero di spire avvolte sul primario rispetto quelle del secondario.



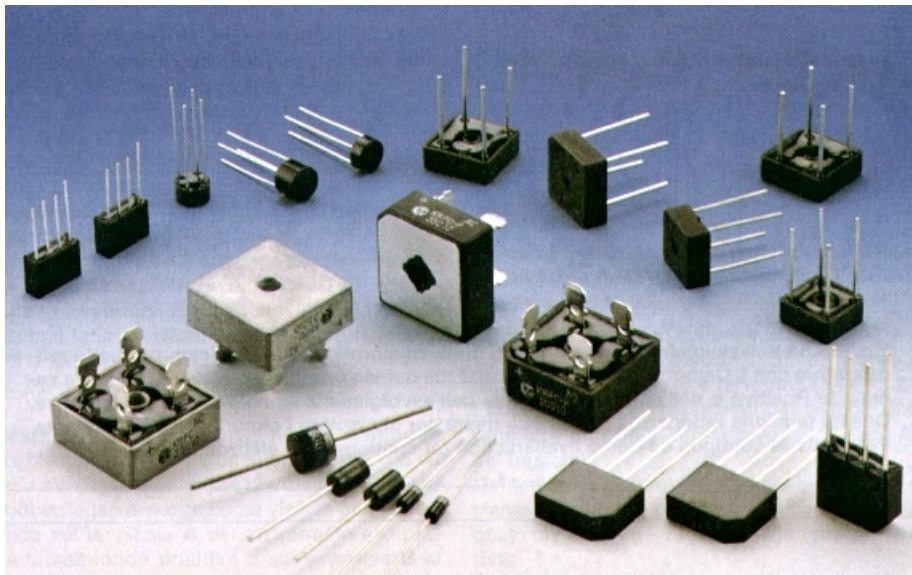
300px-WeldingTransformer-1.63.jpg

In pratica variando il rapporto tra il numero di spire dei due avvolgimenti, potremo ottenere la tensione desiderata che si presentera' graficamente come illustrato al **punto (b)**.

RADDRIZZAMENTO DELLA TENSIONE

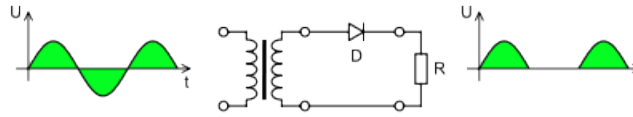
Stabilito che dal secondario del trasformatore esce una bassa tensione alternata, per renderla continua e quindi utilizzabile dai nostri circuiti, dovremo raddrizzarla.

Per tale operazione useremo diodi o ponti raddrizzatori. Nella foto che segue potete vedere alcuni esempi di diodi e ponti di Graetz:

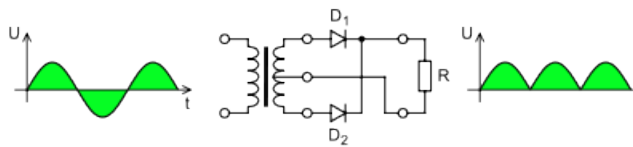


diodi 12.JPG

Ai capi del secondario del trasformatore abbiamo ora ottenuto una bassa tensione alternata che graficamente si presenta come una sinusoide. Se intendiamo raddrizzarla "a semionda singola", con un solo diodo, quest'ultimo provocherà il raddrizzamento delle sole semionde positive quindi si avranno come risultato picchi di tensione intervallati da spazi vuoti a tensione zero.

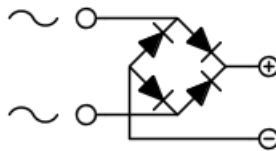
*400px-Halfwave.rectifier.en.svg*

Per ottenere un miglior risultato, possiamo raddrizzare entrambe le uscite del trasformatore con due diodi:

*400px-Fullwave.rectifier.en.svg*

Ci servirà però, in quest'ultimo caso, un trasformatore a presa centrale ed otterremo il risultato in figura.

Ad evitare l'uso di trasformatori a presa centrale si usa comunemente il "ponte di Graetz" formato da quattro diodi collegati come da schema:



Il risultato sarà simile al precedente ma presenta ineluttabili caratteristiche di maggiore praticità. (per la forma d'onda risultante, vedi grafico al **punto (c)**)

Anche se poi torneremo sull'argomento, voglio ricordare che ogni diodo attraversato da una corrente, presenta ai suoi capi una caduta di tensione valutabile mediamente in 0.7V.

Di conseguenza, dopo il diodo od il ponte, avremo una tensione inferiore di 0.7V, se raddrizziamo ad onda singola e di 1.4V quando usiamo un ponte.

LIVELLAMENTO DELLA TENSIONE

La tensione, dopo il ponte raddrizzatore, non e' una tensione continua ma pulsante che da zero volt, sale fino a raggiungere il massimo positivo ad una frequenza di 50 o 100Hz (se raddrizziamo a singola semionda o con ponte raddrizzatore)

Se applicassimo questa tensione ad un qualsiasi circuito elettronico, non riuscirebbe a farlo funzionare perche', lo stesso, non verrebbe alimentato per tutti i periodi in cui il diodo non conduce. Per sopperire a cio' viene usato solitamente un condensatore elettrolitico.



condensatori elettrolitici.jpg

Tale componente ha la proprieta' di caricarsi durante il periodo in cui il diodo conduce per poi rilasciare la carica accumulata nel periodo di non conduzione. In tal modo il circuito riceverà idonea alimentazione per la totalita' del periodo considerato. Naturalmente il condensatore dovrà avere una capacita' adeguata ed atta ad alimentare il circuito nel periodo a tensione zero.

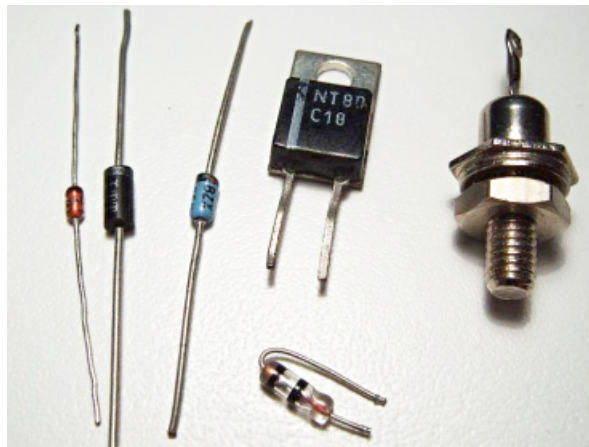
Arrivati a questo punto, troveremo ai capi del condensatore una tensione raddrizzata e livellata così come possiamo osservarla sul grafico al **punto (d)**

STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE

Se per alimentare un circuito usassimo un alimentatore non stabilizzato formato da trasformatore, ponte raddrizzatore e condensatore di livellamento, al collegamento del carico avremmo un calo di tensione proporzionale alla potenza del carico stesso.

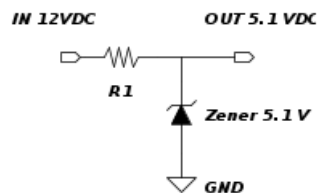
Al contrario, usando un alimentatore stabilizzato, la tensione si manterrebbe pressoché uguale a quella da noi impostata. Da qui la necessità di usare un sistema che ci permetta di ottenere tale risultato.

Il sistema più semplice per stabilizzare una tensione è l'uso di un **diodo zener** che qui vediamo nelle sue varie forme:



zener.jpg

Per stabilizzare una tensione mediante "zener" dovremo adottare una configurazione come quella illustrata nel seguente schema:



Come potete vedere, tra V_{in} ed il diodo è collegata una resistenza in mancanza della quale lo zener si distruggerebbe. Naturalmente dovremo applicare in ingresso una tensione superiore di tre/quattro volt a quella che vogliamo stabilizzare.

Per il calcolo del valore della resistenza da applicare al circuito, dovremo seguire questa semplice

$$\text{formula: } R_1 = \frac{V_{in} - V_{zener}}{I_{mAzener} + I_{mA}} \text{ k}\Omega$$

1. V_{in} e' il valore della tensione d'ingresso;
2. V_{zener} e' il valore nominale (standard) del diodo;
3. $I_{mAzener}$ e' il valore della corrente che attraversera' il diodo e varia a seconda della potenza del diodo stesso; per diodi da 0.5 W non deve superare il 20 mA; per 1 W i 30 mA.
4. I_{mA} e' il valore in corrente del carico applicato.

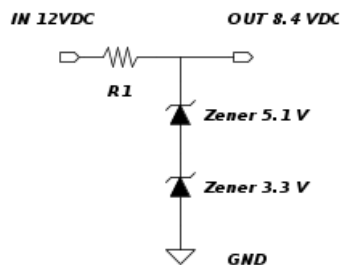
Quindi, con riferimento allo schema precedente, se intendiamo stabilizzare la tensione di ingresso 12V al valore del diodo zener che e' di 5.1V e stabiliamo di far passare dal diodo da 1/2W una corrente di 14mA per alimentare un carico di 10mA, il calcolo da effettuarsi sara' il seguente:

$$R_1 = \frac{12V - 5,1V}{14mA + 10mA} = 0,2875 \frac{V}{mA} = 0,2875 \text{ k}\Omega \times 1000 = 287,5 \Omega$$

Dovremo quindi scegliere, sulla base dei valori commerciali delle resistenze, il valore piu' vicino a tale risultato; decidere quindi se adoperare il valore 270 ohm o 330 ohm, tenendo conto che le differenze faranno variare il valore di corrente che attraversa il diodo. Se invece vogliamo rigorosamente mantenere inalterati tutti i valori, potremo ricorrere alla soluzione delle resistenze in serie o in parallelo (es. serie 220+68 = 288 ohm) Questo tipo di stabilizzazione ha purtroppo dei limiti visto che puo' essere usato solo per correnti dell'ordine di poche decine di mA; inoltre se dovessimo adoperare piu' volte lo stesso circuito per applicazioni diverse, dovremmo ogni volta ricalcolare la resistenza a seconda del carico.

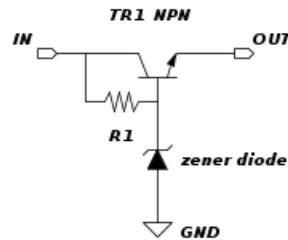
Per ultimo, la tensione d'uscita e' limitata ai soli valori standard dei diodi zener commerciali che, per quanto vasti, non sempre possono soddisfare ogni applicazione.

Per ottenere valori diversi dagli standard, e' possibile collegare in serie due diodi ottenendo come V_z la somma del valore degli stessi; di seguito un esempio del collegamento da effettuare:



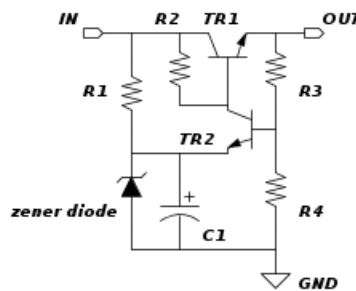
Nel caso esaminato avremo quindi in uscita una tensione stabilizzata di 8.4V (3.3+5.1).

Per ottenere invece correnti superiori, dovremo realizzare un circuito simile a quello che segue, dove la stabilizzazione e' affidata al diodo e la gestione della potenza ad un transistor opportunamente configurato:



Con riferimento allo schema iniziale, a questo punto la tensione si presentera' graficamente come al **punto (d)**.

Non voglio piu' di tanto soffermarmi su questa parte relativa alla stabilizzazione mediante zener e transistor visto che e' ormai divenuta obsoleta ed e' ormai usata soltanto in circuiti ove siano necessarie, per i vari blocchi, diverse tensioni ; voglio solo aggiungere che per ottenere una migliore stabilizzazione rispetto agli schemi fin qui mostrati, e' possibile adottare la seguente configurazione:



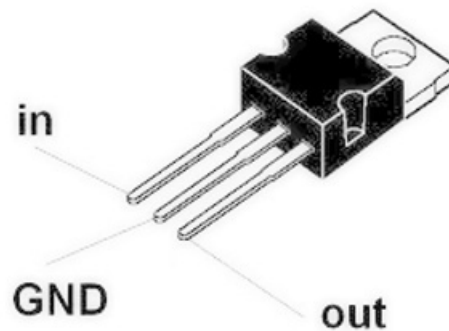
Nello schema, TR2 pilota la base di TR1 e controlla i valori di tensione presenti tra R3 ed R4, confrontandoli con quello fornito da Dz. In definitiva se la tensione in uscita dovesse aumentare, TR2 regolerà in meno la conduzione di TR1 o viceversa.

I REGOLATORI INTEGRATI

Sono molti e diversi i regolatori integrati attualmente in commercio ma quelli che più comunemente vengono adoperati per gli stadi stabilizzatori, appartengono alla serie 78xx o 79xx; i primi stabilizzano tensioni positive, i secondi quelle negative.

Visivamente si presentano in contenitore TO220 (come i transistor di potenza) con tre terminali: entrata, uscita e ground. Esistono anche piccoli regolatori in contenitore TO92 (come i piccoli transistor) che però hanno limiti di potenza molto ridotti (100 mA).

Per i regolatori della serie positiva (78xx) la piedinatura è quella rilevabile dall'immagine che segue:



7805.jpg

mentre per quelli della serie negativa (79xx) si deve fare riferimento a questa immagine:



images.jpg

Quindi applicando una tensione già rettificata e livellata al pin 1 (in) e collegando il pin 2 (gnd) al riferimento, dal pin 3 (out) otterremo la tensione stabilizzata: 5V con il 7805, 8v con il 7808, 12V con il 7812 ecc.

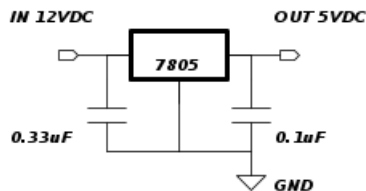
Per ottenere la tensione d'uscita voluta, anche in questo caso e' necessario che la tensione d'ingresso sia superiore di tre quattro volt a quella d'uscita, per sopperire al "drop out", per effetto del quale l'integrato "tiene per se" un paio di volt. Se volessimo quindi stabilizzare una tensione a 5V, dovremmo partire da almeno 9v; per ottenerne 12 circa 15/16 e cosi' via.

Se poi, per ragioni contingenti, ci trovassimo costretti a regolare una tensione piu' bassa di quella necessaria secondo i detti parametri (es. regolare a 12V una tensione di 13/14), sara' possibile ricorrere a regolatori LDO (low drop out) la cui caduta e' notevolmente inferiore a quella della serie 78xx.

Gli integrati base della serie 78xx sia positivi che negativi possono supportare fino ad 1 ampere, ma solo se opportunamente raffreddati con appositi dissipatori e quando la differenza tra V_{in} e V_{out} non sia superiore ai 3/4 volt sopra citati; e' comunque consigliabile limitarsi ad applicare carichi non superiori ai 500/600 mA per non surriscaldare il regolatore.

Quest'ultimo contiene infatti al suo interno una protezione termica che entra in funzione ad una determinata temperatura; quando questa viene raggiunta, limita la corrente in uscita e cessa l'erogazione.

La serie 78xx e 79xx dispone inoltre di protezioni contro sovraccarichi e cortocircuiti non prolungati. La tensione massima in ingresso e' stabilita dal costruttore in 35V e la loro configurazione standard e' quella illustrata nello schema che segue:

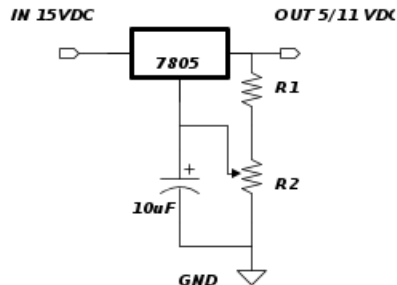


Come e' possibile vedere dallo schema, e' consigliabile interporre tra uscita e riferimento ed entrata e riferimento due condensatori al fine di evitare eventuali autoscillazioni del regolatore; i due condensatori, in fase di montaggio, andranno posizionati il piu' vicino possibile ai pin dell'integrato.

Gli integrati della serie 78xx, si trovano in commercio nei valori standard di 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V; Qualora necessitassimo di tensioni diverse, dovremmo ricorrere a regolatori variabili (come vedremo tra poco) o adottare particolari accorgimenti.

Se per esempio volessimo ottenere tensioni leggermente superiori a quelle nominali, bastera' inserire un diodo tra il pin centrale e il riferimento (con il terminale positivo rivolto verso il riferimento) e otterremo in uscita una tensione di 0.7V in piu'; con due diodi in serie la tensione aumentera' di 1.4V.

Se poi vogliamo far diventare "variabile" il regolatore a "tensione fissa" dovremo interporre tra ground e riferimento un partitore resistivo così come indicato nel seguente schema:



Prendendo in esame il 7805 infatti potremo da questo ottenere in uscita una tensione variabile tra i 5 e gli 11V con una tensione d'ingresso di almeno 15V. Per dimensionare opportunamente R1 ed R2, dovremo seguire i seguenti calcoli:

$$R1 = V_{reg}:mA$$

$$R2 = (V_{out} - V_{reg}):mA$$

$$V_{out} = [(R2:R1) + 1] \times V_{reg}$$

dove **mA** indica il valore di corrente che faremo scorrere nelle due resistenze; **V_{reg}** la tensione nominale del regolatore; **V_{out}** la tensione da ottenersi in uscita

Supponendo una corrente di 25mA e di voler ottenere 9V in uscita, avremo quindi che R1 e' uguale a

$$5:0.025 = 200\text{ohm};$$

R2, sara' di conseguenza uguale a

$$(9 - 5):0.025 = 160\text{ohm}.$$

Quindi usando la formula di cui sopra, otterremo:

$$[(160:220) + 1] \times 5 = 9V \text{ tensione d'uscita.}$$

Non essendo i valori in ohm ottenuti reperibili, useremo per R1 180ohm e per R2 un trimmer da 220.

A questo punto, ruotando il trimmer verso massa R1 assumerà un valore di

$$(180 + 220) = 400\text{ohm}$$

ed R2 un valore di zero ohm quindi in uscita preleveremo:

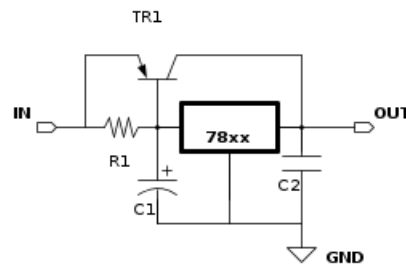
$$[(0:400) + 1] \times 5 = 5V$$

Ruotando il trimmer dalla parte opposta i valori saranno al contrario:

$$[(220:180) + 1] \times 5 = 11.1V$$

Se volessimo poi ottenere maggiori correnti, dovremo ricorrere (come già per il diodo zener) ad uno o più transistor di potenza oppure scegliere, tra quelli in commercio, regolatori che possano supportare correnti superiori.

Nel primo dei casi, la configurazione da adottare sarà quella dello schema che segue:



Secondo la quantità di corrente da ottenersi, dovremo scegliere quale transistor PNP adottare; per 1.5/2 ampere, potremo scegliere ad esempio un MJ2955, per correnti superiori un MJ4502.

A questo punto dobbiamo calcolare il valore della resistenza R1 da applicare tra base ed emettitore del transistor:

Ammettiamo di voler prelevare in uscita una tensione di 12V con una corrente di 2A e che il transistor scelto MJ2955 abbia una Hfe (guadagno) di 30 e di voler lasciare a carico dell'integrato solo 200 mA. Per prima cosa dovremo calcolare la corrente di base del transistor :

$$I_b = 2(A):30(hFe) = 0.0666$$

quindi volendo far erogare solo 0.2A all'integrato calcoleremo la corrente che deve scorrere in R1:

$$I_R = 0,200 - 0,0666 = 0,1334.$$

Ora, con i dati ottenuti, calcoleremo il valore della resistenza in ohm:

$$R = 0,7:0,1334 = 5,247\text{ohm}.$$

Per determinarne la potenza in watt, dovremo fare poi :

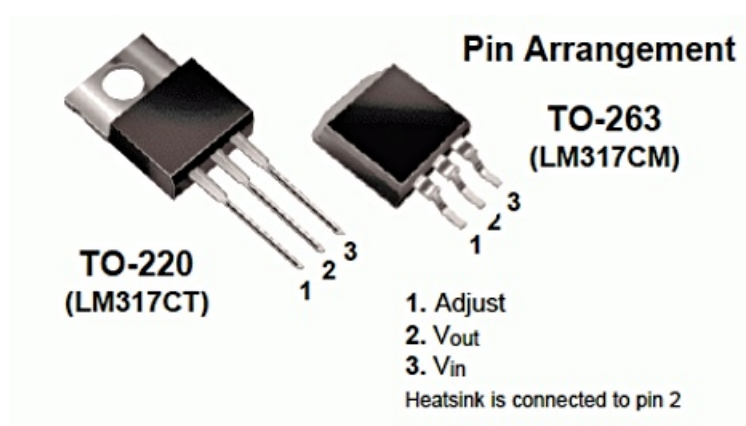
(AmperexAmpere)x ohm e quindi

$$(0,1334 \times 0,1334) \times 5 = 0,088\text{Watt}.$$

Visto che e' praticamente impossibile reperire tali valori sul mercato, otterremo i 5 ohm con due resistori da 10 ohm in parallelo; per la potenza, potremo scegliere resistori da 1/4 di watt.

REGOLATORI DI TENSIONE VARIABILI

Tra i numerosi regolatori di tensione variabile, quello che fa da anni la parte del leone e sicuramente il LM317



lm317s.jpg

Cerchero' ora di illustrare nel modo migliore, le caratteristiche di questo pratico e versatile regolatore:

dal datasheet della National, si legge:

- Max Volt input/output 40 volt
- Minima tensione d'uscita 1,25V
- Max corrente in uscita 1,5 Ampere
- Max potenza dissipabile 15 Watt
- Ripple - 80 dB
- Drop out 2/3 volt

Esaminiamo ora le varie voci:

Max volt input/output 40V:

Alcuni credono che questa tensione stia ad indicare il massimo che l'integrato accetta in ingresso.

LM317, in realta' accetta anche tensioni di 60/100V purché la differenza tra tensione d'ingresso e quella di uscita non superi i 40V.

Per fare un esempio esplicativo, se applicassimo in ingresso una tensione di 100V, potremo ottenere un range di regolazione da 60V (100-40) a 97 (100-3 per drop out).

Minima tensione in uscita:

E' la tensione minima che l'integrato puo' fornire in uscita e la tensione di riferimento; e' valutata in 1,25V

Massima corrente in uscita:

E' da considerare come massima corrente il valore di 1,5A a patto che il regolatore sia adeguatamente raffreddato con dissipatore di calore; in caso contrario non conviene andare oltre i 0,5/0,7A perché superando tale limite, l'integrato si surriscaldere' provocando l'intervento della protezione termica con conseguente limitazione della corrente d'uscita.

Massima potenza dissipabile:

E' stabilita in 15W, alle condizioni di cui al punto precedente.

Ripple:

Viene indicato in -80dB e significa che il residuo d'alternata in uscita dovrebbe essere pari o inferiore a 10000 rispetto la tensione d'uscita; quindi su 24V, sarà valutabile in 0,0024V.

Drop out:

E' la caduta di tensione provocata dall'integrato stesso ed e' valutata dal costruttore in circa 2/3V.

Diciamo per finire che all'interno del regolatore sono presenti, come già accennato, una protezione termica ed una contro i sovraccarichi.

Considerato che stiamo trattando di alimentatori lineari variabili, e' d'obbligo fare qualche considerazione sul problema della dissipazione termica che questo tipo di alimentatori presenta. Quando abbiamo a che fare con alimentatori a tensione fissa, valutiamo la tensione d'ingresso al minimo possibile. (es. alimentatore 5VCC - tensione trasformatore 9VAC). Quando facciamo lo stesso calcolo per un variabile, dobbiamo invece considerare la tensione che vogliamo ottenere in uscita, quindi dovremo necessariamente scegliere un trasformatore con una tensione abbastanza elevata, comunque superiore di 3/4V alla massima che vogliamo ottenere .

Nell'esempio di prima i 9VAC diventano, in ingresso all'IC :

$$[(9 \times 1.41) - 1,4] = 11,29$$

quindi la differenza tra entrata ed uscita sara' :

$$11,29 - 5 = 6.29$$

che moltiplicati per la corrente (supposta in 1A) danno un consumo pari a $6,29W$

Se consideriamo invece un variabile da 1.2 a 30V, dovremo scegliere un trasformatore da 34 VAC e quindi il calcolo sarebbe:

$$(34 \times 1.41) - 1,4 = 46,54$$

se volessimo ottenere in uscita 1.2V con corrente di 1A avremmo:

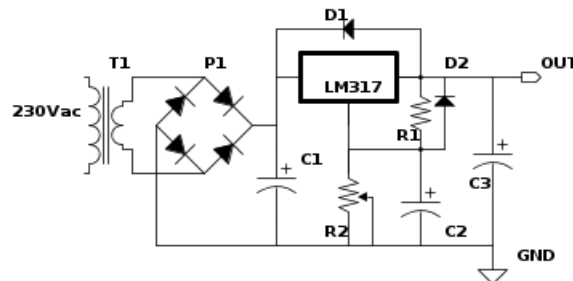
$$46,54 - 1.2 = 45,34$$

che per una corrente di 1A, si traduce in ben $45,34W$, valore triplo rispetto quello massimo consigliato dal costruttore.

Dovremo quindi tenere conto, durante la progettazione di questo fattore e limitarci in ogni caso a basse correnti alle minime tensioni.

Ad evitare questo problema, si ricorre spesso all'adozione di due trasformatori (o un trasformatore doppia uscita) onde ottenere due distinte tensioni d'ingresso (commutabili manualmente o elettronicamente) una per le tensioni basse, l'altra per quelle alte. Semplificando, se vogliamo ottenere in uscita 1.25/24V, sceglieremo un trasformatore da 12+12V ; useremo un'uscita per regolare da 1.25 a circa 12V e le due uscite in serie (24Vac totali) per le tensioni piu' alte.

Lo schema di massima di un alimentatore con questo integrato e rappresentato in figura.



Abbiamo gia' esaminato a grandi linee tutti i componenti che ne fanno parte tranne le resistenze di regolazione ed i due diodi.

Le due resistenze indicate come R1 ed R2 sono preposte alla regolazione della tensione in uscita. Dai loro valori dipende anche la massima tensione ottenibile.

Se prendiamo in esame un variabile da 1.2 a 30V, stabiliamo di voler ottenere questa tensione massima e scegliamo per R1 il valore standard di 220 ohm dovremo effettuare il seguente calcolo:

$$[(V_{out}:1.25) - 1] \times 220$$

$$\text{quindi: } 30:1.25 = 24$$

$$24 - 1 = 23$$

$$23 \times 220 = 5060$$

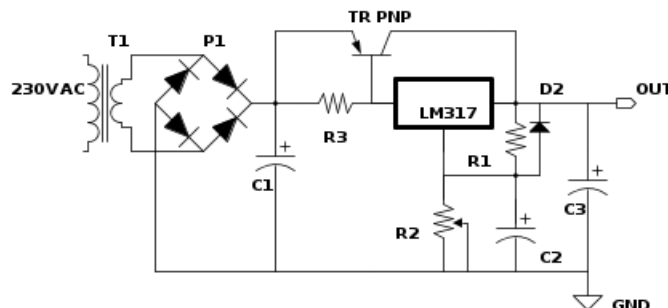
Questo sara' quindi in ohm, il valore del potenziometro R2.

Il calcolo appena fatto, non tiene conto pero' delle tolleranze dei componenti; si potranno avere quindi - se non si adoperano resistori all' 1% e potenziometri selezionati - differenze anche sostanziali che potremo tuttavia correggere in fase di collaudo variando il valore delle due resistenze secondo necessita'.

Per quanto riguarda i due diodi, D1 protegge l'integrato da picchi di tensione provenienti dal condensatore C3 al momento dello spegnimento e D2 invece scarica il condensatore C2 in caso di accidentali cortocircuiti.

Per terminare questo articolo vorrei, ad eliminare eventuali dubbi residui, progettare insieme a voi un semplice alimentatore stabilizzato, naturalmente solo dimensionandone i componenti, con le seguenti caratteristiche: Tensione d'uscita 1.25/20V Corrente max 2.5A

Partiamo da questo schema:



Per prima cosa ci necessita un trasformatore che, viste le tensioni e correnti scelte, dovra' fornire 24V e una potenza di circa 4/5A. I trasformatori, rispetto le caratteristiche di targa forniscono, dopo il ponte ed il condensatore di livellamento, circa il 55/60% della potenza dichiarata, da qui la scelta di potenze superiori.

Il ponte raddrizzatore, anch'esso sovradimensionato per motivi di sicurezza, sara' da almeno 100V e 10A;

C1, calcolato con la formula $20000 : (\text{volt/ampere})$ dovra' avere una capacita' di 2500 uF (due da 1200uF in parallelo) ed una tensione lavoro di almeno 50V; C2 e' un condensatore elettrolitico di piccola capacita' da 10uF 50V; C3 da 100uF 63V;

R1 ed R2, calcolate con la formula gia' detta, saranno rispettivamente da 220ohm e 4.700ohm (anche se il calcolo esatto porterebbe ad un valore di 3300 ohm, difficilmente reperibile in commercio);

TR1 sara' un transistor PNP di potenza che potremo scegliere tra MJ2955, TIP34 o - per sicurezza, anche se surdimensionato - un MJ4502.

Per il valore di R3, rimando a quanto detto in precedenza, per non ripetermi ancora.

CONCLUSIONE E CONSIDERAZIONI FINALI

Ho cercato di scrivere in poco spazio argomenti per cui sarebbero necessari diversi testi.

Spero di aver colto "il necessario" per cominciare; i neofiti che leggeranno questo articolo potranno poi sempre avere sul forum spiegazioni piu' accurate sui vari punti trattati.

Visto poi che si tratta del mio primo articolo chiedo cortesemente agli esperti di segnalarmi le imperfezioni le lacune e gli errori che dovessero riscontrare, per permettermi le dovute correzioni.

Ho ormai letto e riletto tutto diverse volte e corretto molti errori ma, si sa, gli occhi degli altri in tali occasioni vedono di piu' e meglio.

Ho tralasciato di trattare degli alimentatori regolati in corrente.....ma questa e' un'altra storia!

Grazie a tutti per l'attenzione,

Marco

Estratto da ["http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Marco438:alimentazione-dei-circuiti-sperimentali"](http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Marco438:alimentazione-dei-circuiti-sperimentali)