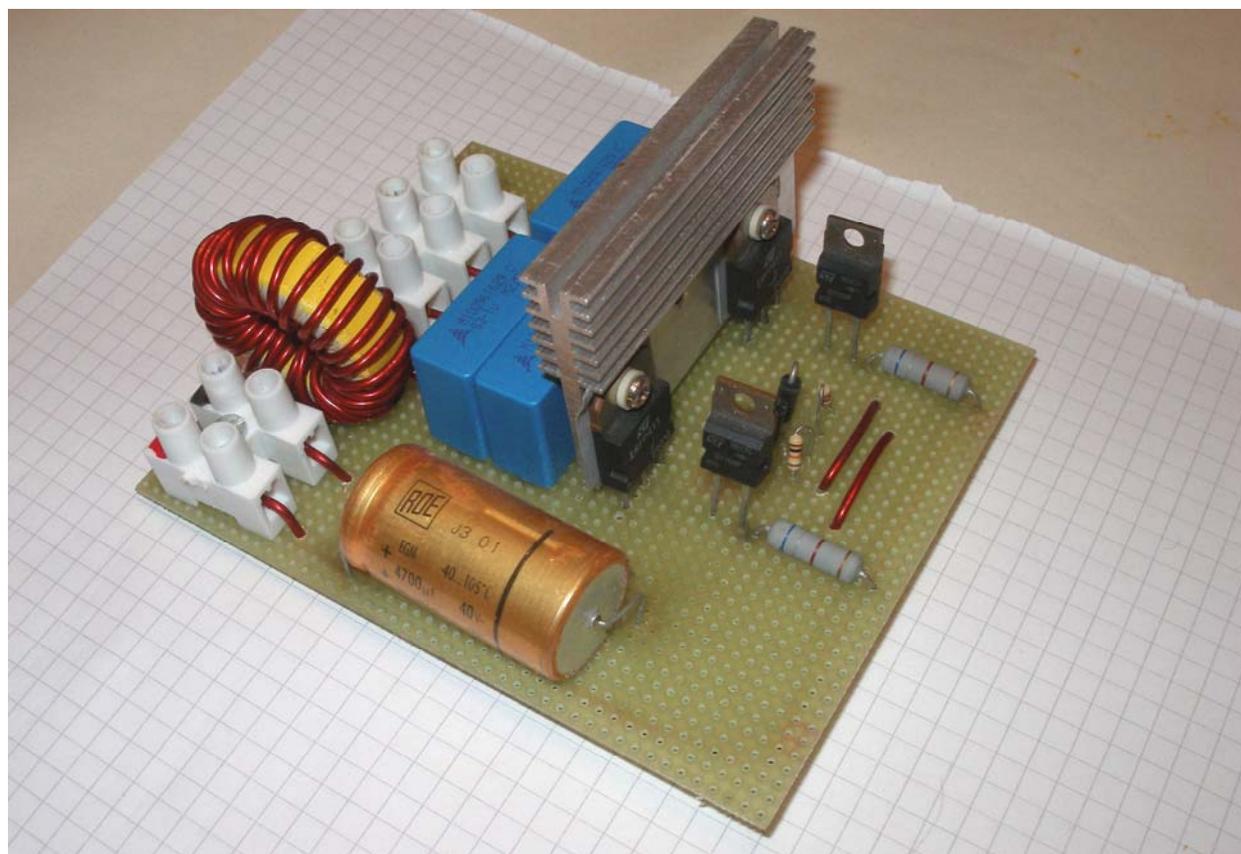


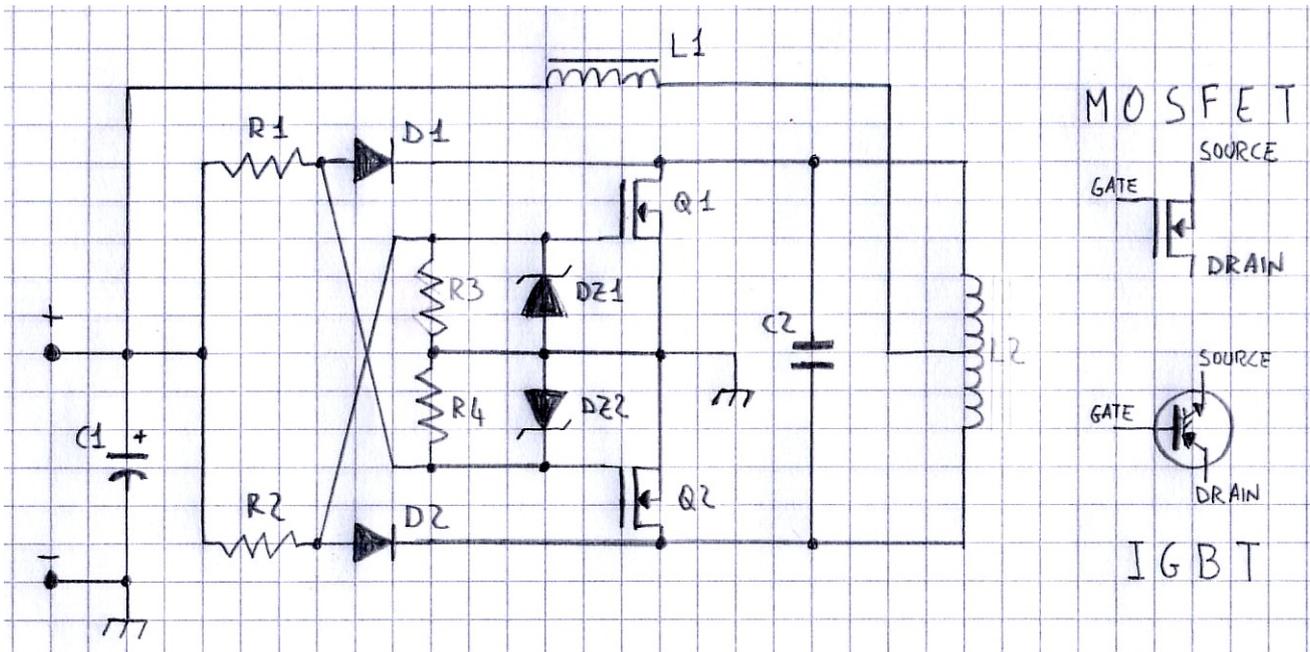
L'**Oscillatore ROYER** è un oscillatore **ZVS** (Zero Volt Switching) che permette di fare innumerevoli esperimenti (arroventare chiodi, far oscillare bobine in aria, creare spettacolari archi voltaici...). Vediamo intanto com'è fatto il ROYER, e di cosa bisogna tener conto per renderlo stabile.

Indice

1)	Il ROYER - Lo schema	pag. 2
2)	Il ROYER - Descrizione del funzionamento & formule	pag. 3
3)	Il ROYER - La bobina di risonanza.....	pag. 5
4)	Il ROYER - Consigli per la realizzazione.....	pag. 7
5)	Il ROYER - Quali componenti?.....	pag. 8
6)	Come procurarsi i componenti?.....	pag. 9
7)	Alimentiamo... il ROYER!	pag. 10
8)	Alimentatore per il ROYER da 35V 200VA - Schema & foto.....	pag. 12
9)	Circuito di protezione per oscillatore ROYER - Schema & PCB ...	pag. 13
10)	Foto dei ROYER Grixiani.....	pag. 14
11)	Divertiamoci... con il ROYER!	pag. 16
12)	Attenti al ROYER!	pag. 17



1. Schema del ROYER



(schema disegnato con "MatitoCad", ottimo e semplice software)

Il ROYER permette di usare come finali o MOSFET o IGBT. Va bene per un'alimentazione compresa circa tra i 10V e i 40V. Vi rimando anche alle pagine sul ROYER di [Teslacoil](#) con i MOSFET e quello di [I2VIU](#) con gli IGBT.

Per coloro che avessero intenzione di realizzare il PCB: tenete conto del corretto dimensionamento delle piste che devono sopportare correnti e frequenze elevate; in particolare vanno EVITATI gli angoli retti.

2. Descrizione & formule

Il ROYER è un oscillatore LC, ossia ciò che gli permette di oscillare sono induttanza e condensatore.

Come si evince dallo schema, esso è formato da una "parte di entrata" uguale e da due "rami" che DEVONO essere identici (ad esempio i finali DEVONO essere uguali). Infatti la bobina di risonanza andrà avvolta in BIFILARE perché NON devono sorgere instabilità dovute al NON bilanciamento dei due rami.

Conoscendo i valori della bobina di risonanza (L_{tot} , intesa come la somma delle induttanze delle due metà) e del condensatore di Tank (C_2), possiamo già calcolarci la frequenza di lavoro del ROYER, applicando questa formula:

$$F = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{(L_{tot} \cdot C)}}$$

Il ROYER ha la caratteristica di funzionare in risonanza, quindi la tensione di picco che si localizzerà sui finali (i due MOSFET o IGBT) sarà più elevata rispetto a quella in entrata.

Nella fattispecie, la tensione di picco sul circuito risonante si calcola così:

$$V_p = V_{cc} \cdot \pi$$

(dove V_p è la tensione di picco, V_{cc} è la tensione di alimentazione)

Quella efficace (RMS) semplicemente dividendo la tensione di picco per radice di due:

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

Questo ci permette già di capire con quali tensioni andiamo a "giocare", dunque bisogna dimensionare correttamente i componenti e scegliere quelli di qualità migliore. Ma vediamo nel dettaglio.

L'**induttanza L1** è come se "assorbisse" i picchi di tensione lasciandoli poi gradualmente, dando origine ad una forma d'onda SINUSOIDALE. Il suo valore

deve essere maggiore di quello della bobina di risonanza (di solito in aria), quindi è sempre avvolta su un nucleo toroidale.

Il **condensatore C1** è un condensatore di filtro che va posto in parallelo all'alimentazione (attenzione alla tensione di lavoro che NON deve essere inferiore alla tensione di alimentazione del ROYER) che può avere un valore compreso tra i 2'200 μF e i 4'700 μF .

I **finali** (MOSFET od IGBT) devono essere dimensionati tenendo conto della tensione di picco del ROYER, della corrente (NON sotto i 10A) e della frequenza.

Il **condensatore di risonanza C2** deve essere al polipropilene (**MKP**) e DEVE avere una tensione di lavoro NON inferiore a 250V! Consiglio vivamente di mettere anche più condensatori in parallelo, o fare dei collegamenti serie - parallelo come ho fatto io nel mio primo ROYER.

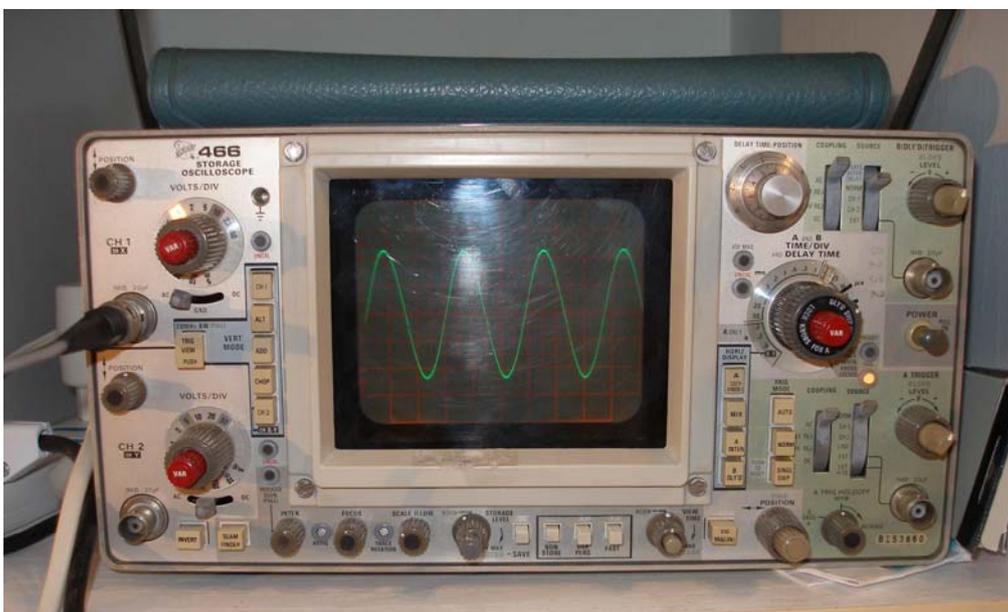
La **bobina di risonanza L2** è l'altro elemento oscillante, di solito è avvolta in aria.

I **diodi al silicio D1 - D2** (detti diodi di feedback) devono essere almeno **fast** (i normali diodi rettificatori NON vanno bene), con una corrente NON inferiore ad 1A e una tensione NON inferiore a quella di picco.

I **diodi zener DZ1 - DZ2** proteggono i gate dei MOSFET/IGBT con una potenza di almeno **5W** e una tensione tra i 10 e i 15V.

Le **resistenze R1 - R2** devono essere da almeno **2W** di potenza e devono avere un valore tra 470 e 680 ohm.

Le **resistenze R3 - R4** possono essere anche da 1/4 di W e con un valore compreso tra i 10Kohm e i 56Kohm.

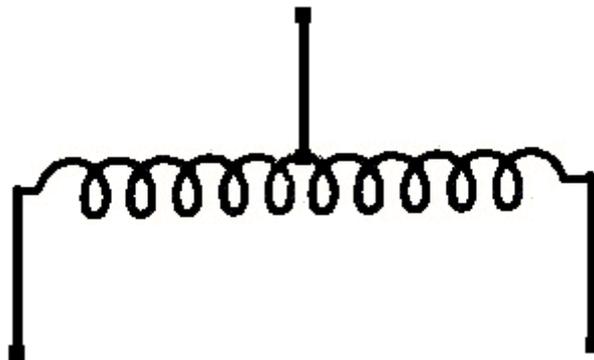


3. La bobina di risonanza

Questa è forse la parte più divertente, perché permette di "sbizzarrirsi" nella costruzione, tenendo però in conto tre punti fermi:

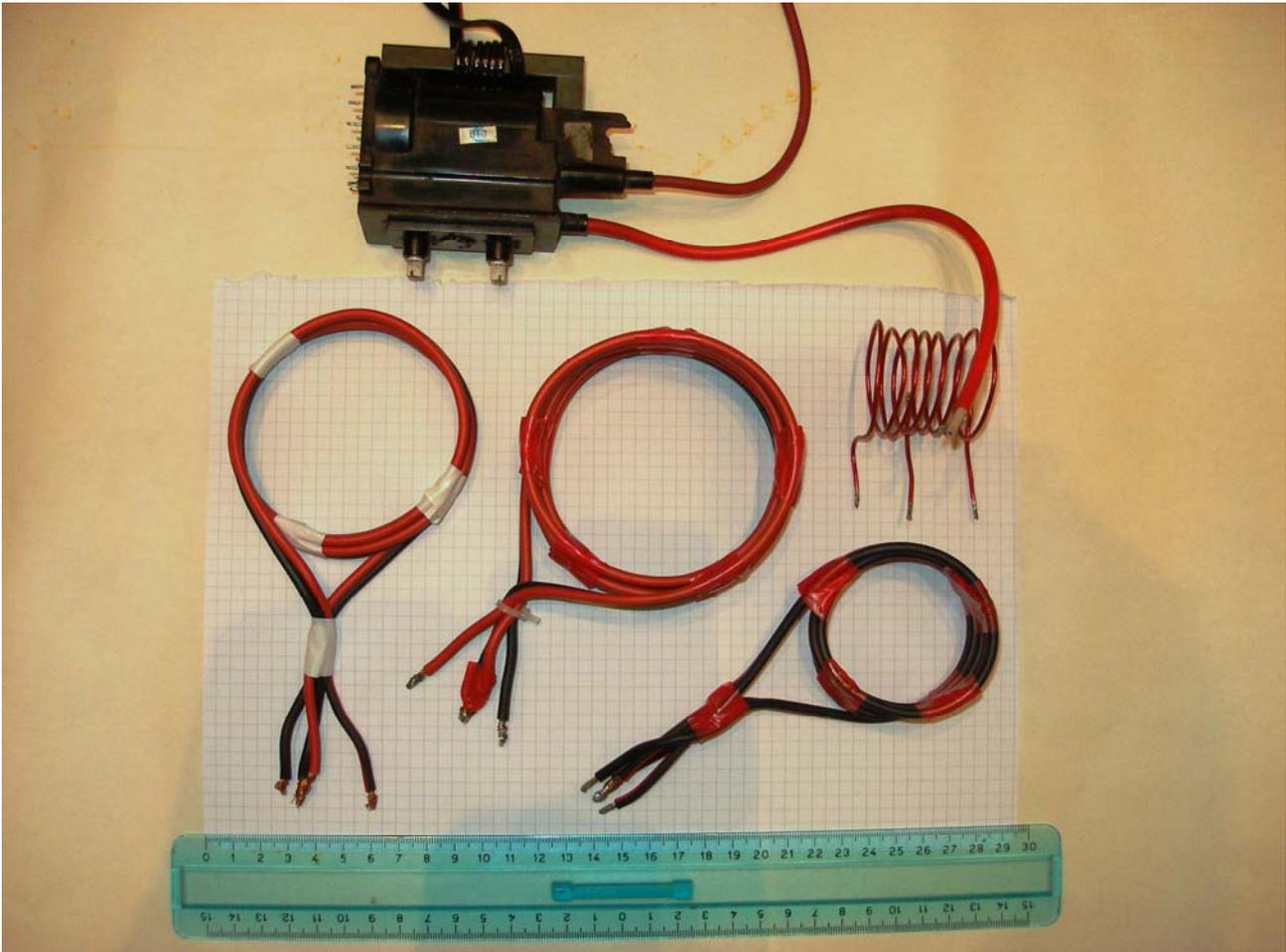
- la bobina va RIGOROSAMENTE avvolta in BIFILARE;
- la sezione del filo deve essere adeguata;
- per elevate correnti/frequenze, NON va usato filo grossissimo, è meglio avvolgere tanti fili insieme realizzando una bobina in multifilare (l'effetto pelle si fa sentire...).

Per capire cosa vuol dire bifilare, guardate questa immagine:



In pratica si realizzano due induttanze UGUALI e si collegano in serie. Il punto di giunzione andrà collegato nel circuito del ROYER alla L1, gli estremi invece ai Drain dei finali e ai condensatori di Tank.

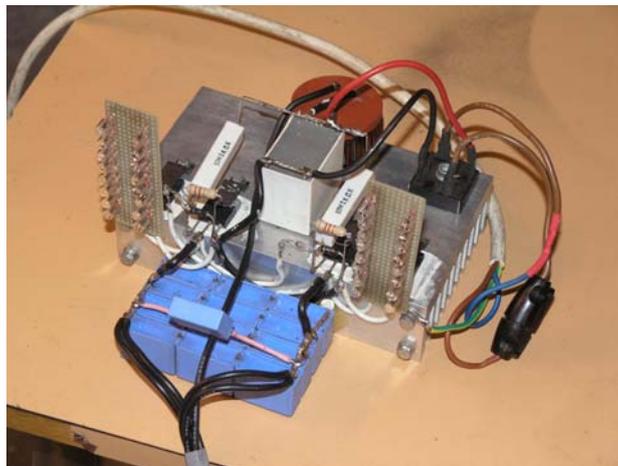
La bobina di risonanza si avvolge solitamente in aria, tenendo conto dell'uso che se ne vorrà fare; è meglio usare filo di adeguata sezione (ad. esempio va benissimo la piattina polarizzata 2mmq di sezione per alcuni usi). Qui sotto vi riporto le foto di quelle che ho costruito io e che si sono rivelate efficienti (c'è anche un trasformatore di riga). Quella in filo smaltato è per arroventare i chiodi, aumenta notevolmente la frequenza di lavoro del ROYER, le altre sono di vari diametri/spire). Se volete calcolare approssimativamente il valore dell'induttanza [guardare qui](#) (o, in alternativa, compratevi un induttanzimetro 😊).



4. Consigli per la realizzazione

NON si possono fissare i finali su un'aletta lontana dal circuito, perché i collegamenti si allungerebbero troppo causando instabilità. **I collegamenti devono essere tenuti IL PIU' CORTI POSSIBILE!**

In particolare la parte risonante, ossia i finali, i condensatori di tank e la bobina di risonanza. Il collegamento corretto è: FINALI ---> condensatori di tank ---> bobina di risonanza. Nel caso vi fosse necessità di allontanare la bobina di risonanza, i fili di collegamento andranno intrecciati tra loro. Comunque questa foto del ROYER di Teslacoil vale più di mille parole:



Le **alette di raffreddamento** devono essere dimensionate adeguatamente (NON troppo piccole). Faccio un esempio: comprare IGBT da 30A e poi usarli con una piccola aletta significa buttare via i soldi... consiglio vivamente di usare alette più grosse, oppure provare a raffreddarle con una bella ventolina. Ovviamente dipende dall'uso che si farà del ROYER: in alcuni esperimenti le alette sono addirittura superflue (perché il ROYER, avendo un regime di lavoro switching non dissipa molta potenza, se non nei fronti di salita e discesa della sinusoide); ma ad esempio arroventando un chiodo, i finali, per l'elevata corrente circolante, iniziano a scaldare ben bene.

Dico per esperienza che non ci vuole molto a bruciare un finale per eccessiva temperatura (mi è già successo - alimentazione: 35V, cercavo di accendere una lampadina da 60W 230V, aletta unica grande ma NON troppo). Ovviamente NON va dimenticato di fissare i finali e al dissipatore con l'apposito KIT formato da: foglietto isolante, rondellina isolante, vite, dado, per avere un buon fattore di scambio termico tra il componente e l'aletta.

Va prestata attenzione (come già detto) alla **bobina di risonanza**, che, oscillando ad elevata frequenza, risentirà molto dell'effetto pelle (effetto per il quale la tensione circola solo sull'esterno del cavo, come se l'interno non esistesse, con i problemi pratici, ad esempio il surriscaldamento, che ne conseguono).

5. Quali componenti?

Per i finali si possono usare IGBT o MOSFET, preferendo questi ultimi per le basse tensioni. Devono sopportare una corrente di almeno 10A, una tensione che NON sia inferiore a quella di picco calcolata prima ed è consigliabile usare componenti con resistenza Drain-Source (R_{dsON}) NON superiore ai 100 milliOHM.

⚠ Attenzione! - I MOSFET/IGBT soffrono molto le cariche elettrostatiche, quindi per maneggiarli occorre indossare un braccialetto antistatico; in mancanza di esso si può tentare di cortocircuitare i tre terminali del componente con un coccodrillo, avendo cura di NON toccare il GATE per primo. Infatti è proprio la giunzione di gate che si può rompere a seguito di scariche elettrostatiche. NON per niente nel ROYER sono presenti gli ZENER di protezione! Allo stesso modo è FONDAMENTALE un saldatore con la punta adeguatamente collegata all'impianto di terra. «Evitate di usare saldatori "poco ortodossi" [cit. Teslacoil]»

Importanti sono gli Zener che proteggono i Gate dei finali dalle sovratensioni. Ripeto: devono avere una potenza di almeno **5W** e una V_z tra i **10V** e i **15V**. NON usate zener troppo piccoli!

Il componente che può "preoccupare" maggiormente per reperimento e/o realizzazione è l'induttanza L1. Dovete tener conto del fatto che detta induttanza DEVE avere un valore maggiore della bobina di risonanza e NON deve saturare alla frequenza di lavoro del ROYER; deve sopportare una corrente di almeno 10A. Quindi recuperate un toroide da un ATX/AT e avvolgete sopra più spire di filo smaltato possibili (ad es. 40 spire); il filo deve avere un diametro che riesca a sopportare 10A, io consiglio di 1,5mm. Se NON avete tempo/voglia di realizzarne una, potete trovarne una tipo queste elencate della COILCRAFT:

- DMT2-20-12
- DMT3-35-12
- DMT2-49-8

6. Come procurarsi i componenti?

Intanto bisogna fare due conti e capire il tipo di componenti necessari tra MOSFET (o IGBT), zener di potenza, toroide e filo smaltato per L1, resistenze di potenza, dissipatori.

Consiglio caldamente a tutti di recuperare qualche ATX non più funzionante e smontarlo, ricavando:

- Un toroide con del filo smaltato già avvolto (andrà svolto per recuperare il toroide, il filo smaltato di solito è di sezione troppo piccola per il ROYER, ce n'è anche qualche spira di quello grosso ma di lunghezza insufficiente);
- Dissipatori e ventolina;
- Qualche resistenza di potenza (verificatene il valore ohmico);
- MOSFET (spesso se ne trovano alcuni, ma NON vanno bene perché la tensione è troppo bassa - consultate i datasheet).
- Diodi di feedback fast o shottky con adeguata corrente (ma sempre attenzione alla tensione...)

Poi andrete da vostro negoziante di fiducia per acquistare i diodi zener da 5W e, se NON li avete trovati nell'ATX (molto probabile) i MOSFET (o IGBT).

Se NON avete fretta vi consiglio di comprare i finali in fiera (facendone scorta, ci vuole un attimo a bruciarli) per risparmiare qualche euro. Ad esempio io sono riuscito a comprare al MARC dei MOSFET da 10A, 600V, a 2€ l'uno. NON sono gran che (in particolare per la limitata corrente), ma per fare due esperimenti sono più che sufficienti!

7. Alimentiamo... il ROYER!

Il ROYER accetta una tensione di ingresso compresa circa tra **12V** e **40V**. **OCCHIO**: NON oltrepassate questo valore usando lo schema proposto, pena una dissipazione in calore troppo elevata con conseguente distruzione del ROYER - al contrario NON scendete sotto i 12V altrimenti i finali si chiuderanno insieme e... bel corto con rottura di questi ultimi.

Attenzione che il ROYER "ciuccia" **tanta corrente**, quindi meglio usare un alimentatore in grado di erogare NON meno di **5A**, per evitare che infilando, ad esempio, una pinza nella bobina di risonanza, l'alimentatore "si sieda" e si chiudano entrambi i finali. In questo caso (quindi con il che ROYER NON oscilla più) si ha un cortocircuito, quindi ATTENZIONE che l'alimentatore DEVE essere limitato in corrente, o per lo meno, dovete mettere un bel fusibile (personalmente posso affermare che va benissimo uno di quelli da auto da 15A, tenuto con due faston).

Tenendo conto di questo possiamo già farci un'idea di come alimentare il ROYER.

Vi dico già che secondo me per i primi esperimenti usare una batteria da auto NON è una buona idea, si hanno solo 12V a disposizione ed una capacità di corrente elevatissima (si parla di oltre 40Ah) senza tener conto del prezzo che è davvero elevato.

Per far funzionare BENE il ROYER è necessario avere una tensione di almeno 18V, quindi consiglio di comprare in un negozio di elettronica (o in fiera, che si risparmia 🤪) due batterie al Piombo da almeno 6Ah (ad es. una da 12V e l'altra da 6V). Per ricaricarle usate il [caricabatterie che trovate tra i miei articoli](#).

Tanto per essere più chiaro:



Una batteria così (12V 7,2Ah) la ho anche io e per alimentare il ROYER va

benissimo. Occhio che ne servono almeno 2 in serie (per ottenere 24V) oppure un'altra da 6V tipo questa (per ottenere 18V):



Per fare un esempio, io ho una batteria al PB da 7,2Ah 12V e un'altra da 6,5Ah 6V. Ovvio che se le uso collegate in serie, quella dalla capacità più piccola si scarica prima. Andranno ricaricate poi una alla volta (facendo scaricare collegandola a qualcos'altro - es. lampadina da automobile - quella di capacità maggiore).

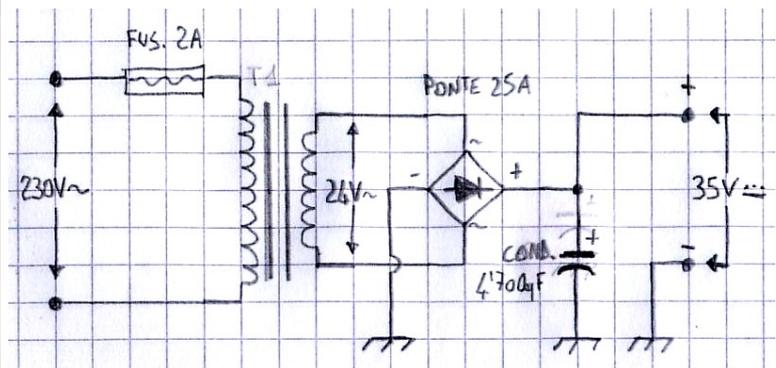
Tenete conto di questo schema trovato in rete per la batteria da 12V (mai farla scendere sotto gli 11,5V – rischio di solfatazione delle piastre):

Carica %	99	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Tensione	12,91 V	12,80 V	12,66 V	12,52 V	12,38 V	12,06 V	12,06 V	11,90 V	11,70 V	11,42 V

Questo è ottimo per i primi esperimenti, ma presto vi accorgete che per divertirvi di più avete bisogno di una trentina di V, e allora... ci vuole un bell'alimentatore che sia in grado di erogare una corrente più che sufficiente per il ROYER.

8. Alimentatore per il ROYER - 35V 200VA

Il bello del ROYER è che lo si riesce ad alimentare anche con un semplice TRASFORMATORE + PONTE A DIODI + CONDENSATORE DI STABILIZZAZIONE + FUSIBILE. Questo vale se non avete particolari pretese, come ad esempio NON avere una tensione regolabile ne' una protezione davvero efficace, comunque.... ecco schema e foto di quello che ho realizzato io.

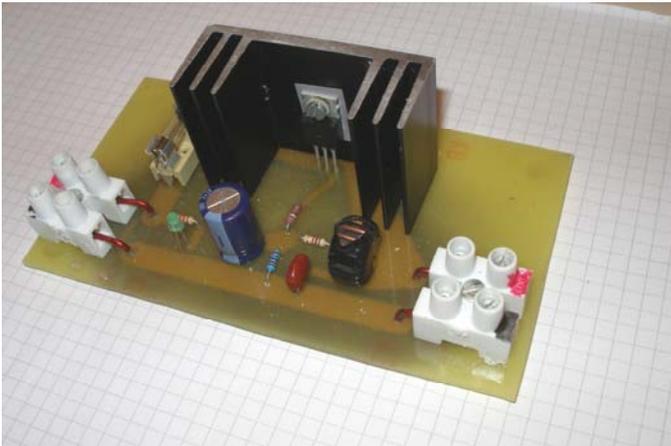


Si noti che ho recuperato il contenitore di un vecchio ATX NON più funzionante.

I condensatori di filtro usati sono da 6'800µF 63V, ne ho messi due in parallelo ma va bene comunque anche solo uno.

Con questo già si riesce a fare un bel lavoro! Ovviamente attenzione alla tensione di picco che si localizzerà sui finali, sui condensatori di Tank e sulla bobina di risonanza.

9. Circuito di protezione per oscillatore ROYER



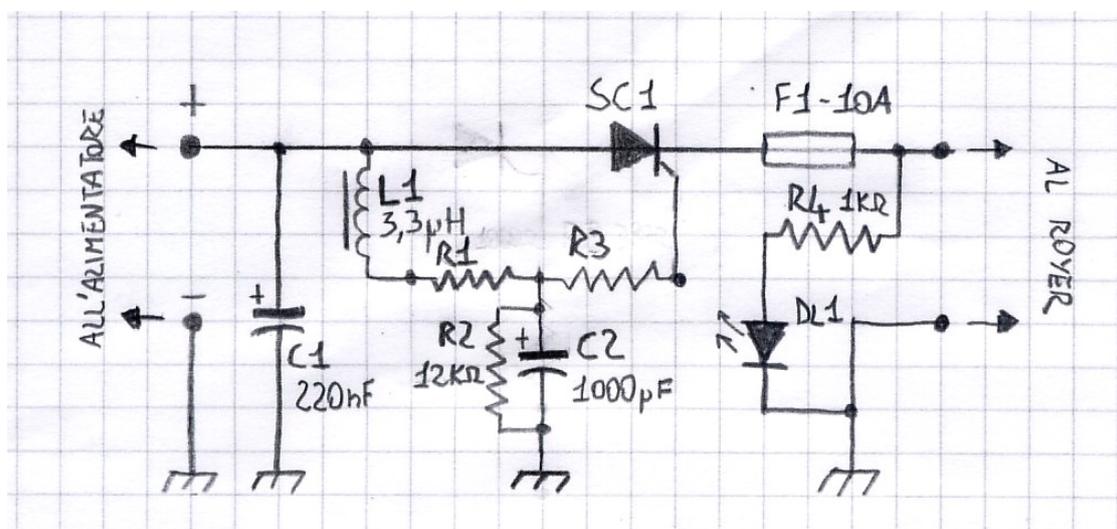
Mikegrix ha ideato un circuito di protezione per l'oscillatore ROYER che introduce un ritardo all'accensione e impedisce che tensioni troppo basse possano giungere a ROYER causando i danni di cui sopra. A tal proposito è utile sapere che detto circuito permette di regolare a piacere la tensione di innesco variando il valore di una resistenza.

Il ritardo all'accensione è FONDAMENTALE quando si alimenta il ROYER con un alimentatore tipo quello qui proposto. Infatti all'accensione l'alimentatore impiega alcuni decimi di secondo per caricare i grossi condensatori dopo il ponte a diodi, generando così una momentanea sottotensione che potrebbe mandare in conduzione entrambi i finali del ROYER che riceveranno poi la "botta" di 35V rompendosi irrimediabilmente. Allo stesso modo un ritardo all'accensione più lungo può evitare accensioni indesiderate permettendo di riaprire l'interruttore di alimentazione in tempo.

Ma passiamo all'aspetto elettronico del circuito: si tratta di un semplice temporizzatore ad SCR (componente che DEVE essere atto a sopportare correnti elevate, io l'ho messo da 16A). Le varie resistenze servono per limitare la corrente al gate (R3), dare il giusto ritardo (R1) e scaricare il condensatore (R2) in attesa di una prossima accensione. L'induttanza (L1) si può tranquillamente realizzare su un piccolo toroide con una decina di spire.

Per ciò che concerne i valori delle resistenze, dipendono dal tipo di SCR usato, io ad esempio ho impiegato valori diversi da quelli di Mikegrix.

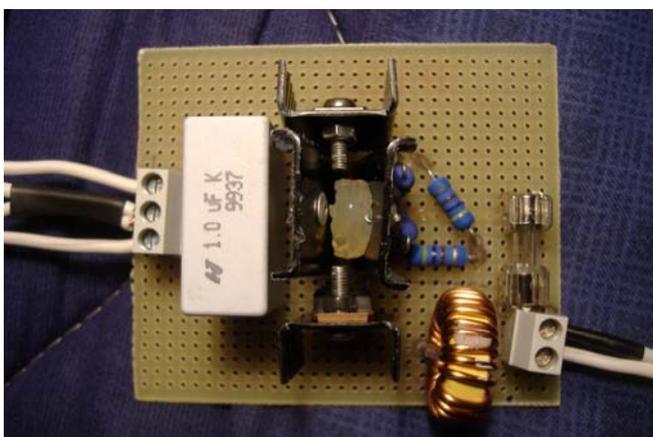
Da prove effettuate consiglio, se non si usano SCR molto grossi (tipo 20A ed oltre), $R1 = 1000 \text{ ohm}$ e $R3 = 390 \text{ ohm}$.



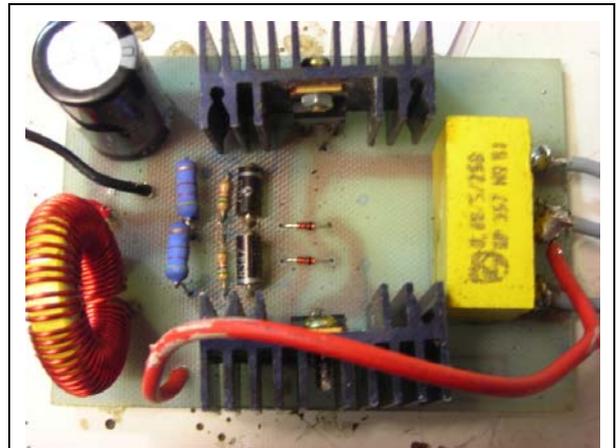
10. Foto dei ROYER "grixiani"

Ringrazio tutti coloro che si sono resi disponibili a fornire queste immagini, esse si possono rivelare utili per capire come si dovrebbe assemblare il ROYER o comunque per farsi "un'idea" di che "faccia" ha un ROYER. Mi farebbe piacere che chi avesse deciso (dopo essersi letto tutta questa ramanzina ;-D) di costruire un ROYER mi invii a lavoro finito la foto del suo, in modo tale da poterla pubblicare qui.

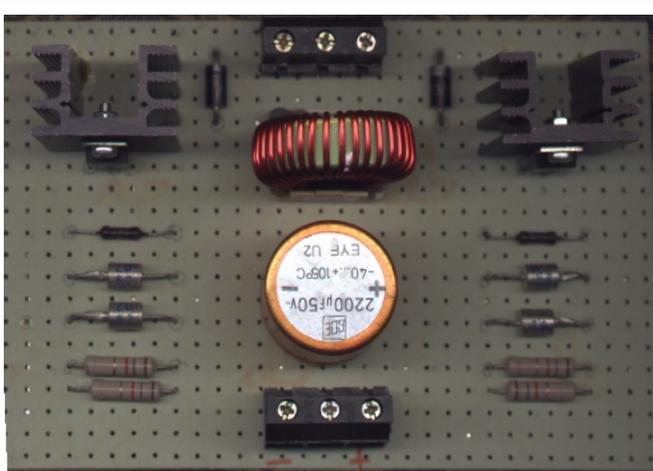
Ricordate: esistono ROYER montati su millefori, su PCB e... in aria!



500Gianluca - attenzione, mancano gli zener



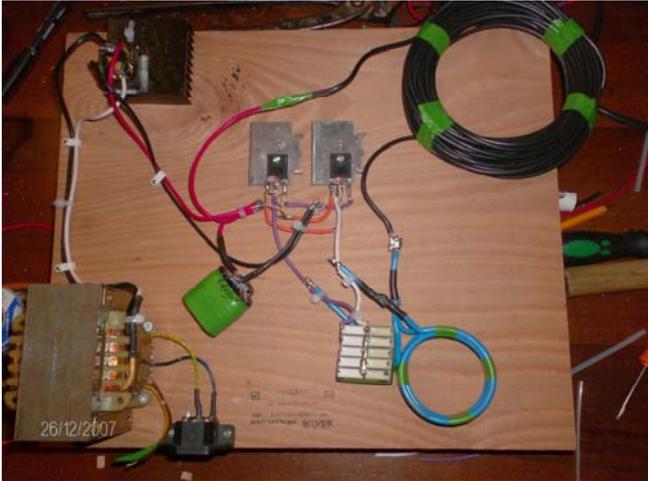
Francesco1



i2viu



Teslacoil



Winstar - *Attenzione! I collegamenti sono stati realizzati molto lunghi, infatti questo Royer ha funzionato per poco...*



Celsius

(Devo ammettere che ho "copiato" l'idea di Fairewol che fece una cosa analoga in una sua pagina!)

11. Divertiamoci... con il ROYER! 🤖

E finalmente arriva il momento di usarlo questo ROYER! Ci si può sbizzarrire e dare spazio alla fantasia per stupire amici/le con vari giochetti. Ecco di seguito i più comuni:

- accendere lampadine da automobile senza fili;
- accendere lampadine da 230V;
- arroventare oggetti per induzione;
- fare archi voltaici con FBT;
- riattivare il getter di vecchie valvole.

A tutti questi giochetti c'è una spiegazione scientifica basata sull'uso dei trasformatori, che mantengono invariato il prodotto $V \cdot I$ (ossia la POTENZA) e permettono di aumentare l'uno o l'altro valore (per una relazione di proporzionalità inversa tra V e I). Nel caso dell'accensione di una lampadina da 230V, si realizza un trasformatore in salita per la tensione e in discesa per la corrente; infatti se si misura la corrente assorbita dal ROYER, essa è superiore rispetto a quella assorbita dalla lampadina, ma se si moltiplica tale valore per la tensione di alimentazione del ROYER troviamo un valore molto prossimo a quello della potenza della lampadina (questo per l'elevato rendimento dell'oscillatore).

Allo stesso modo, se prendiamo un chiodo e lo infiliamo dentro alla bobina del ROYER, otteniamo un trasformatore in salita per la corrente e in discesa per la tensione; questo fa sì che l'elevata corrente circolante nel chiodo (visto dal ROYER come una spira chiusa, dunque in cortocircuito) lo porti a surriscaldarsi (e dopo un po' ad arroventarsi).

Stesso discorso per gli archi voltaici con i trasformatori di riga: si ottiene un trasformatore in salita per la tensione (si parla di tensioni oltre il KV) e in discesa per la corrente.

Scommetto che quest'esperimento degli archi voltaici vi attira parecchio; è molto semplice: si avvolgono 4 + 4 spire sul nucleo del trasformatore di riga e sul secondario EAT si preleva l'alta tensione con cui generare gli archi. Attenzione che un possibile contatto con l'HV NON esclude il pericolo di morte. Tale esperimento va fatto con la massima cautela, operando lontano da oggetti elettronici quali computer, telefonini... che posso risentire del forte campo elettromagnetico generato. NON fate avvicinare persone con il pacemaker.

Con questo ho terminato il discorso (sperando di NON avervi annoiato); lascio alla vostra fantasia trovare le migliori applicazioni del ROYER (perché no, magari anche per cuocere cibi, Mikegrix lo fece con le patate 🤖); il ROYER

merita della necessaria competenza per la realizzazione (un minimo di conoscenza in elettronica, buona pratica nel montaggio di circuiti).

12. Attenti al ROYER!

IMPORTANTE!

L'AUTORE DELL'ARTICOLO DECLINA OGNI RESPONSABILITA' PER DANNI A COSE/PERSONE DERIVANTI DALL'USO DEL ROYER. LA REALIZZAZIONE DEL ROYER E' CONSIGLIATA A CHI HA GIA' UN MINIMO DI CONOSCENZE IN CAMPO ELETTRONICO E PRATICA NEL MONTAGGIO.