



A cosa servono e in cosa consistono i circuiti Snubber?



Abbiamo visto cosa accadeva nelle fasi di accensione e di spegnimento in un SCR di potenza. Vediamo come correggere gli inconvenienti e in quali altri dispositivi sia presente il Current Crowding

Flavio Criseo - 2° e ultima parte

Come abbiamo accennato nello scorso numero, il Current Crowding è un problema presente non soltanto nelle unità UPS, bensì sui TVC e su molti altri dispositivi composti da circuiti a commutazione.

I problemi si presentano in due momenti:

- Fase di accensione;
- Fase di spegnimento.

Nello scorso numero si è visto come, attraverso il Cs, si riesce a gestire la fase di spegnimento.

Nell'elettronica accade spesso che la risoluzione di un problema presenti altri inconvenienti in una fase successiva di funzionamento.

Altri inconvenienti

Quando accendiamo nuovamente il nostro SCR (spesso questa fase di funzionamento è chiamata Turn-On, mentre la fase di spegnimento è denominata Turn-Off), il condensatore Cs si trova caricato alla massima tensione V_{A-K} .

Tutta la carica elettrica accumulata sulle sue armature si scarica fortemente sull'anodo dell'SCR.

Dato che la corrente esce dal condensatore ed entra nel diodo, mentre la tensione ai capi di Cs è diretta secondo la polarizzazione V_{A-K} , avrà una " i_c " con polarità negativa.

La Fig. 7 ci dà un'idea sul problema in questione: all'accensione ab-

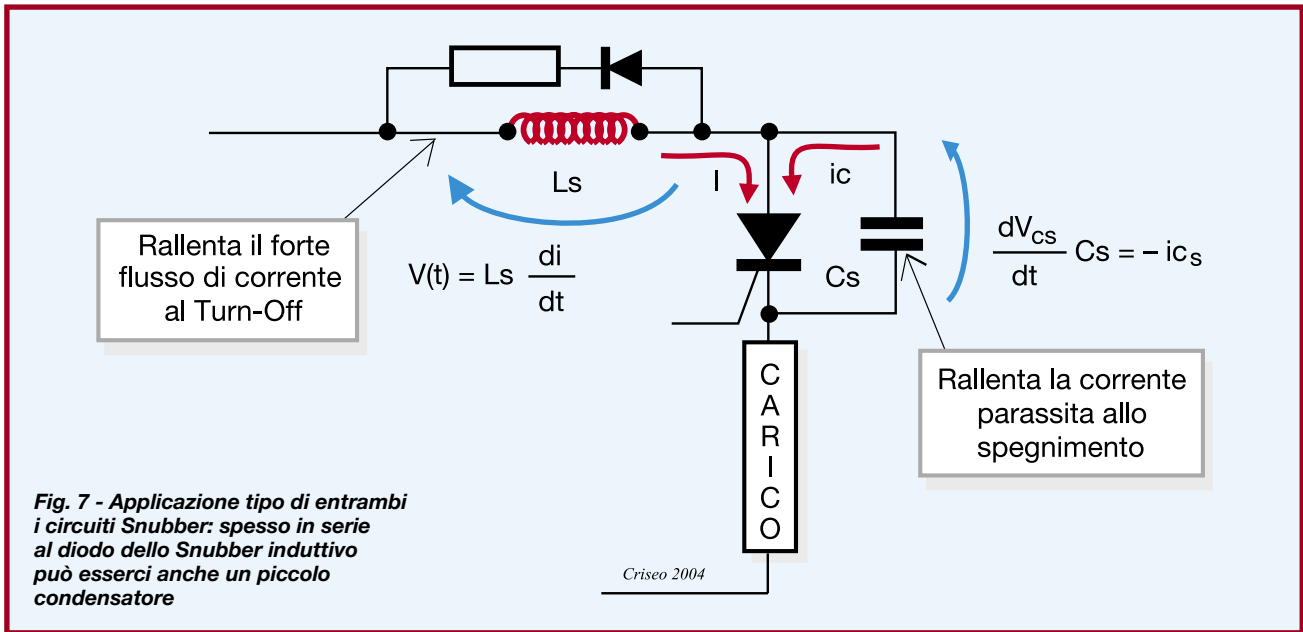
biamo due correnti che si affollano nella regione P-N dell'SCR: la prima è la corrente " I " richiesta dal carico, la seconda è la corrente " i_c " negativa data dalla scarica di Cs.

Grazie alla Ls avevamo diminuito l'effetto negativo del termine:

$$\frac{di_A}{dt}$$

ora abbiamo una corrente aggiuntiva non prevista i_c , che ha la stessa pericolosità prodotta dalla corrente eliminata dalla Ls.

Il problema descritto durante l'accensione si presenta nuovamente. In altre parole, l'effetto positivo di Ls è vanificato da Cs.



Per tirare le somme

L_s agisce bene all'accensione, ma è dannoso nello spegnimento; per questo motivo viene impiegato il diodo e il resistore in parallelo a esso. Il problema quindi è risolto (delle volte, al posto del diodo può essere posto un condensatore di piccola capacità, ma il discorso non cambia).

C_s agisce bene allo spegnimento, ma alla riaccensione interviene in modo negativo vanificando il compito assolto da L_s .

“Rallentare” la scarica di C_s all'accensione

Avendo descritto i circuiti di carica e scarica dei condensatori (vedi Il Cinescopio di aprile e maggio 2004), sappiamo bene come fare per rallentare la scarica della nostra C_s al momento dell'accensione dell'SCR.

Vediamo la **Fig. 8**; come si può notare, si impiega un resistore R_s in serie alla nostra C_s . Al Turn-On, la R_s limita la scarica di C_s e, quindi, ne limita la corrente sull'anodo del nostro SCR.

Il resistore R_s , però, interviene anche al Turn-Off. Al Turn-Off infatti, anche la carica di C_s è rallentata, questo perché R_s impone una costante di carica τ pari a: $\tau = R_s \cdot C_s$.

Se le variazioni di:

$$\frac{dV_{A-K}}{dt}$$

sono veloci (così come lo sono nella pratica) la C_s non compensa il forte:

$$\frac{dV_{A-K}}{dt}$$

a causa della lentezza introdotta da R_s . In altre parole: non controlliamo più il:

$$\frac{dV_{A-K}}{dt}$$

al momento dello spegnimento, ma controlliamo nuovamente il:

$$\frac{di_A}{dt}$$

all'accensione.

Perché tutto funzioni bene, è necessario che il tempo di carica di C_s sia piccolo allo spegnimento del nostro SCR e grande (tempo di scarica) alla sua accensione.

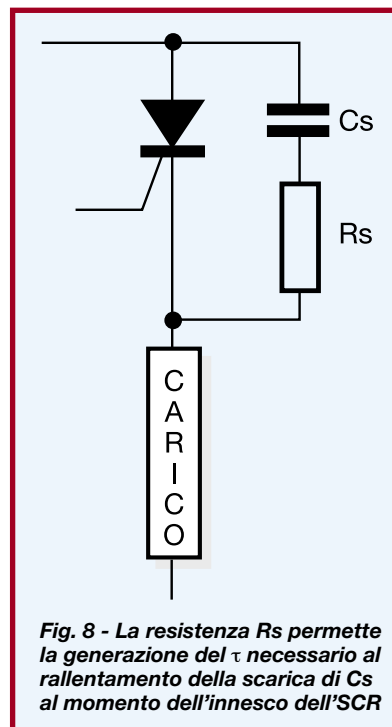
Durante la carica e la scarica, la corrente fluisce attraverso C_s , così come visibile in **Fig. 9**.

Con SCR spento (interruttore aperto) il condensatore è caricato dall'alimentazione, mentre nella parte sinistra della figura l'SCR è chiuso. In quest'ultimo caso il condensatore si scarica sull'anodo dell'SCR.

Una soluzione consiste nell'inserire un ulteriore diodo veloce, in modo da caricare C_s allo spegnimento dell'SCR e scaricare C_s più lentamente attraverso R_s (il diodo è in inversa).

Vediamo le **Fig. 10** e **11**; nella Fig. 10 è possibile vedere come connettere i componenti appena descritti (si è omesso il circuito impiegante la L_s per semplicità grafiche), mentre nella Fig. 11 si può notare come funzionino il tutto nelle due fasi: accensione e spegnimento.

Al momento della carica, il diodo è in diretta. La sua resistenza interna è molto piccola (sicuramente molto minore della R_s), questo ci permette di ottenere un τ accettabile.



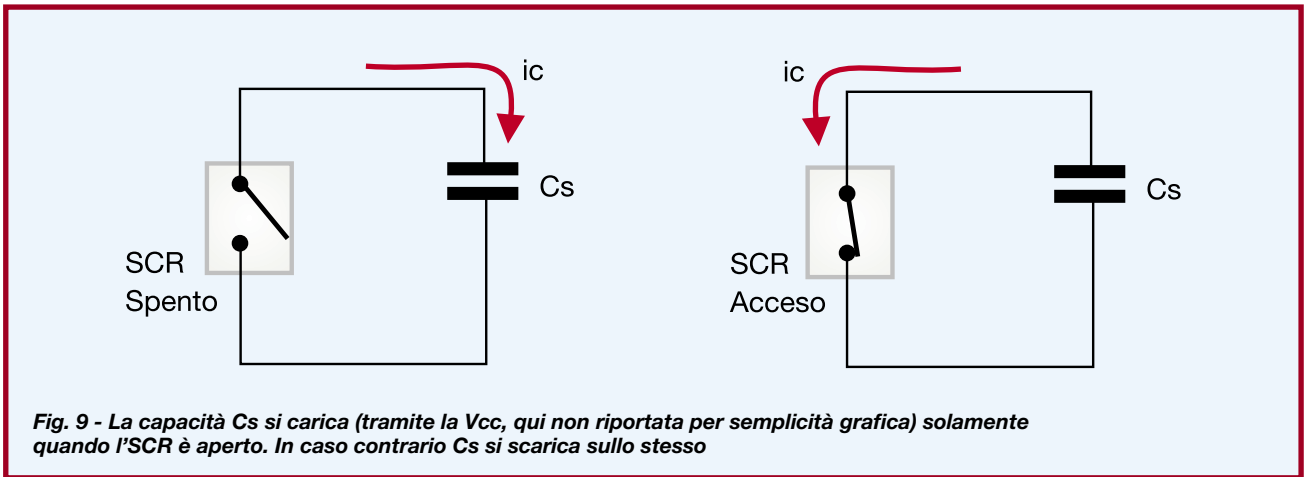


Fig. 9 - La capacità Cs si carica (tramite la Vcc, qui non riportata per semplicità grafica) solamente quando l'SCR è aperto. In caso contrario Cs si scarica sullo stesso

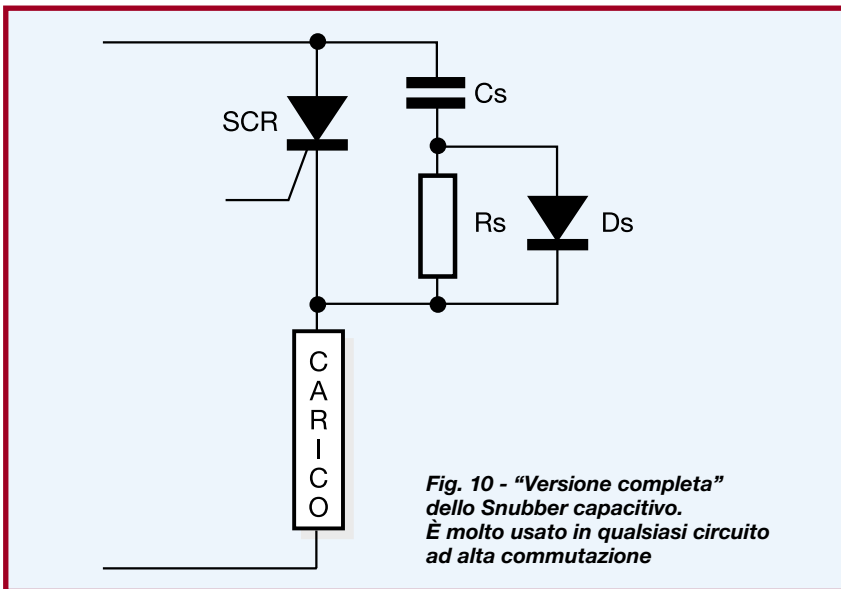


Fig. 10 - "Versione completa" dello Snubber capacitativo. È molto usato in qualsiasi circuito ad alta commutazione

Il τ sarà infatti: $\tau = R_{\text{diodo}} \cdot C_s$, valore molto piccolo rispetto al $\tau = R_s \cdot C_s$.
 Al momento della scarica, la corrente tende ad andare in senso inverso rispetto alla polarizzazione del diodo. "ic" passa attraverso la Rs perché il diodo si pone in inversa. Interviene quindi il $\tau = R_s \cdot C_s$.

La nostra pratica nell'intervento

I circuiti appena visti sono due:

1. fa capo alla Ls

Il circuito composto dalla Ls è chiamato Snubber induttivo.

2. fa capo a Cs.

Il circuito composto dalla Cs è chiamato Snubber capacitativo.

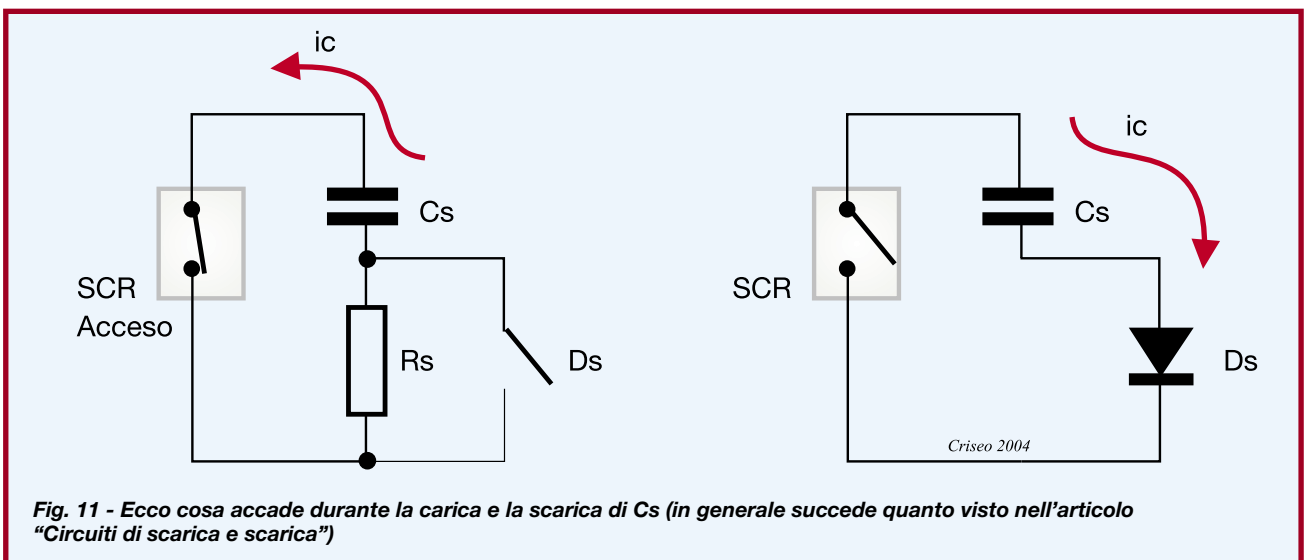


Fig. 11 - Ecco cosa accade durante la carica e la scarica di Cs (in generale succede quanto visto nell'articolo "Circuiti di scarica e scarica")

Entrambi i dispositivi devono essere impiegati quanto più vicino possibile al diodo SCR.

La Fig. 12 mostra quali siano gli effetti dei due Snubber; abbiamo il rallentamento dei tempi di accensione e dello spegnimento anche se il nostro SCR non si correrà mai il rischio di distruggersi.

Nelle unità UPS dove devo aspettarmi l'impiego dei circuiti Snubber? e, visto che gli UPS sono principalmente formati da SCR, il Current Crowding si verifica solo in questi dispositivi?"

La risposta sarebbe Sì! Ma è corretto anche un No!

Per adesso rispondiamo "Nì", per non scontentare nessuno.

Viene spontaneo porre una domanda: "UPS a parte, conoscere il Current Crowding può essere utile nei TVC e nei VCR?"

Cosa differenzia un buon tecnico riparatore di TVC da un buon tecnico riparatore di unità UPS?

La nostra personale risposta è:

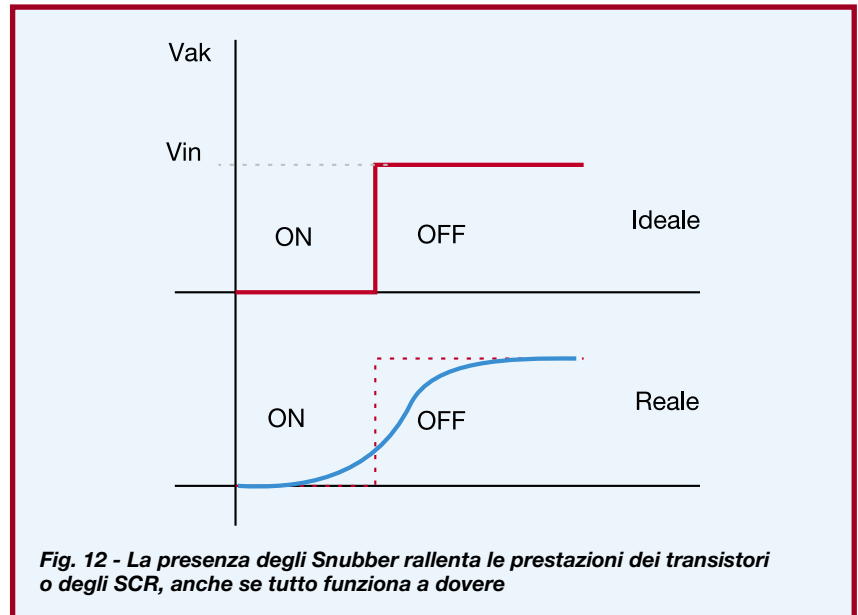


Fig. 12 - La presenza degli Snubber rallenta le prestazioni dei transistori o degli SCR, anche se tutto funziona a dovere

non c'è e non può esserci alcuna differenza!

Che cos'è un transistor utilizzato in commutazione? In prima battuta possiamo dire che non è altro che

un SCR capace di accendersi, ma anche di spegnersi, attraverso una corrente di base.

Se il carico che fa scorrere corrente sul suo collettore è di una

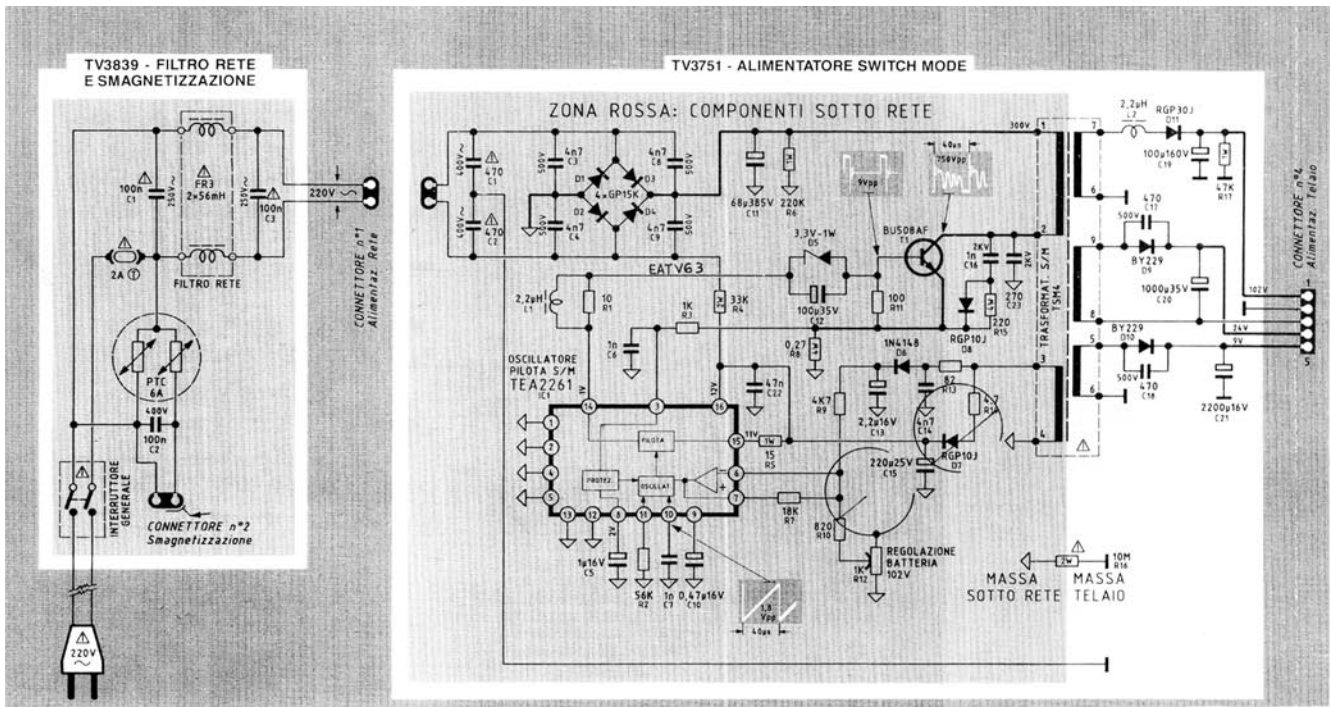


Fig. 13 - Tipica applicazione del circuito contro il Current Crowding su un TVC di piccole dimensioni



certa entità, il Current Crowding è possibile anche su di esso?

La risposta è nella Fig. 1 vista all'inizio: il nostro SCR non è altro che l'unione di due transistori. È ovvio pensare che il Current Crowding possa presentarsi anche su un transistor qualsiasi; ad esempio un NPN S2000N, oppure un BU808, oppure un qualsiasi transistor Switching della famiglia 2SC.

Aver capito bene l'utilità dell'impiego degli Snubber impiegati negli SCR, ci permette agevolmente di estendere lo stesso ragionamento su un transistor di potenza, qualunque esso sia.

Andiamo per gradi

Tanto per fare chiarezza vediamo subito qualche esempio concreto con schemi alla mano: la Fig. 13 mostra una sezione orizzontale del TVC Mivar 14M1 (lo schema

è rintracciabile alle pagg. 136 e successive del Vol. 63, Ed. Antonelliana).

Guardiamo nei pressi del transistor di commutazione T1 (il BU508AF): il circuito composto da C16, R15 e D8 è totalmente differente da quello raffigurato nella Fig. 10?

Si immagini per un istante di sostituire il diodo SCR con il transistor di commutazione; il gioco è fatto.

Si guardi adesso il primario del trasformatore. Se al posto di TSM4 immaginiamo vi sia un'altra bobina, la nostra Ls vista in Fig. 7, qual è la differenza fra i due circuiti?

Nessuna differenza. Il carico è rappresentato dalla bobina primaria, lo Snubber induttivo è rappresentato dallo stesso.

Chiaramente si sfrutta lo Snubber induttivo per creare anche altre tensioni sui secondari (si genera così non un induttore puro ma un tra-

sformatore....il discorso comunque non cambia).

Passiamo adesso al TVC Philips equipaggiato dallo chassis FL1.2 (Vol. 70, pag. 254, Ed. Antonelliana) proposto in Fig. 14; la sezione SMPS presenta il transistor 7216 come Switching e una rete fra collettore ed emettitore data da 6216 (diodo) 3216 (resistore) 2216 (condensatore).

Che differenza c'è fra quest'ultima e lo Snubber capacitivo comandato dal Cs posto in parallelo al diodo SCR di Fig. 6 o di Fig. 10?

Nessuna differenza!

Ecco spiegato perché spesso la Philips quando si sostituisce il finale switching consiglia la sostituzione del condensatore ad alto voltaggio posto in parallelo al BJT in questione.

Vediamo adesso il TVC Sinudyne chassis Professional 4400 visibile in Fig. 15.

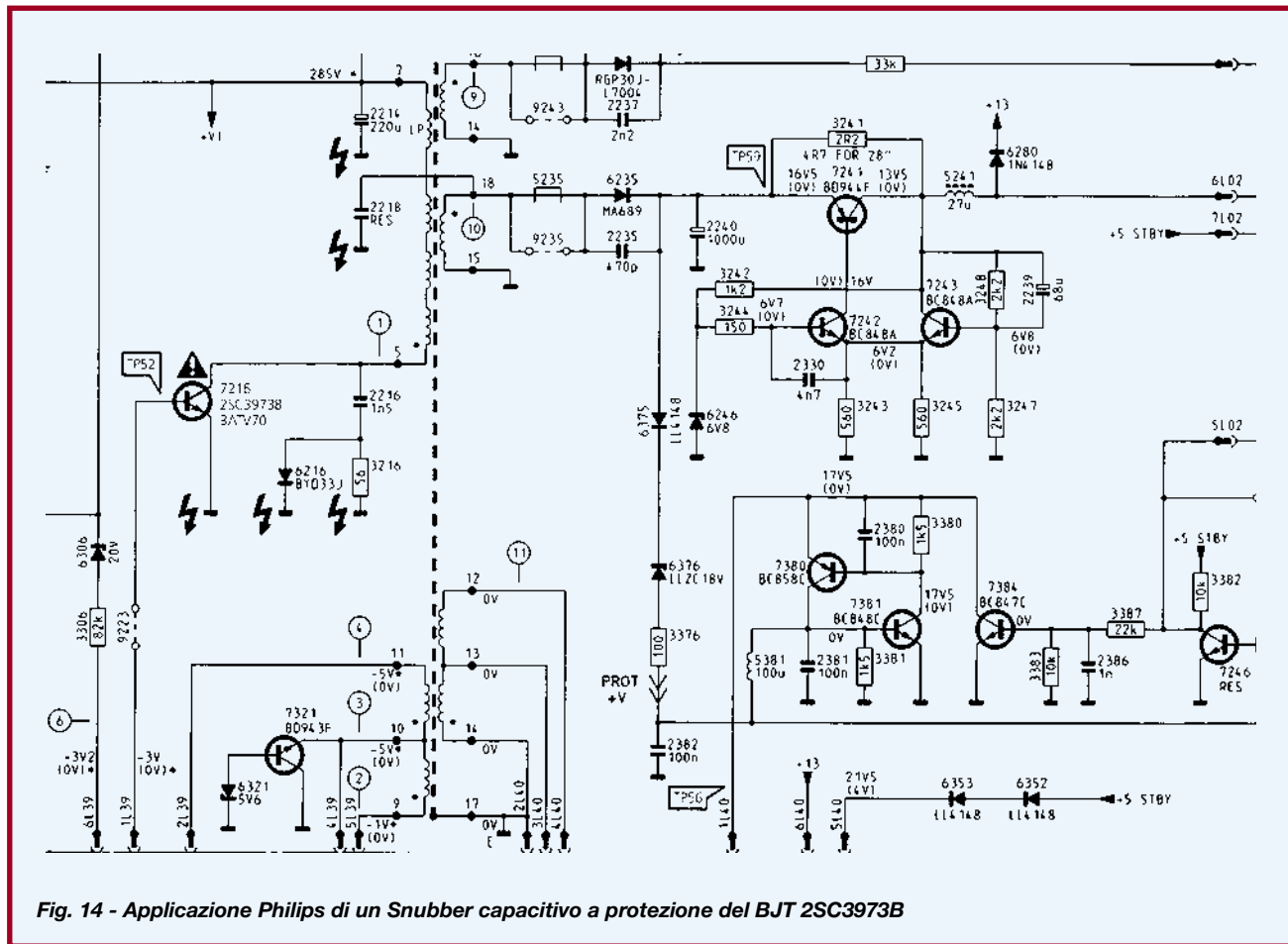


Fig. 14 - Applicazione Philips di un Snubber capacitivo a protezione del BJT 2SC3973B

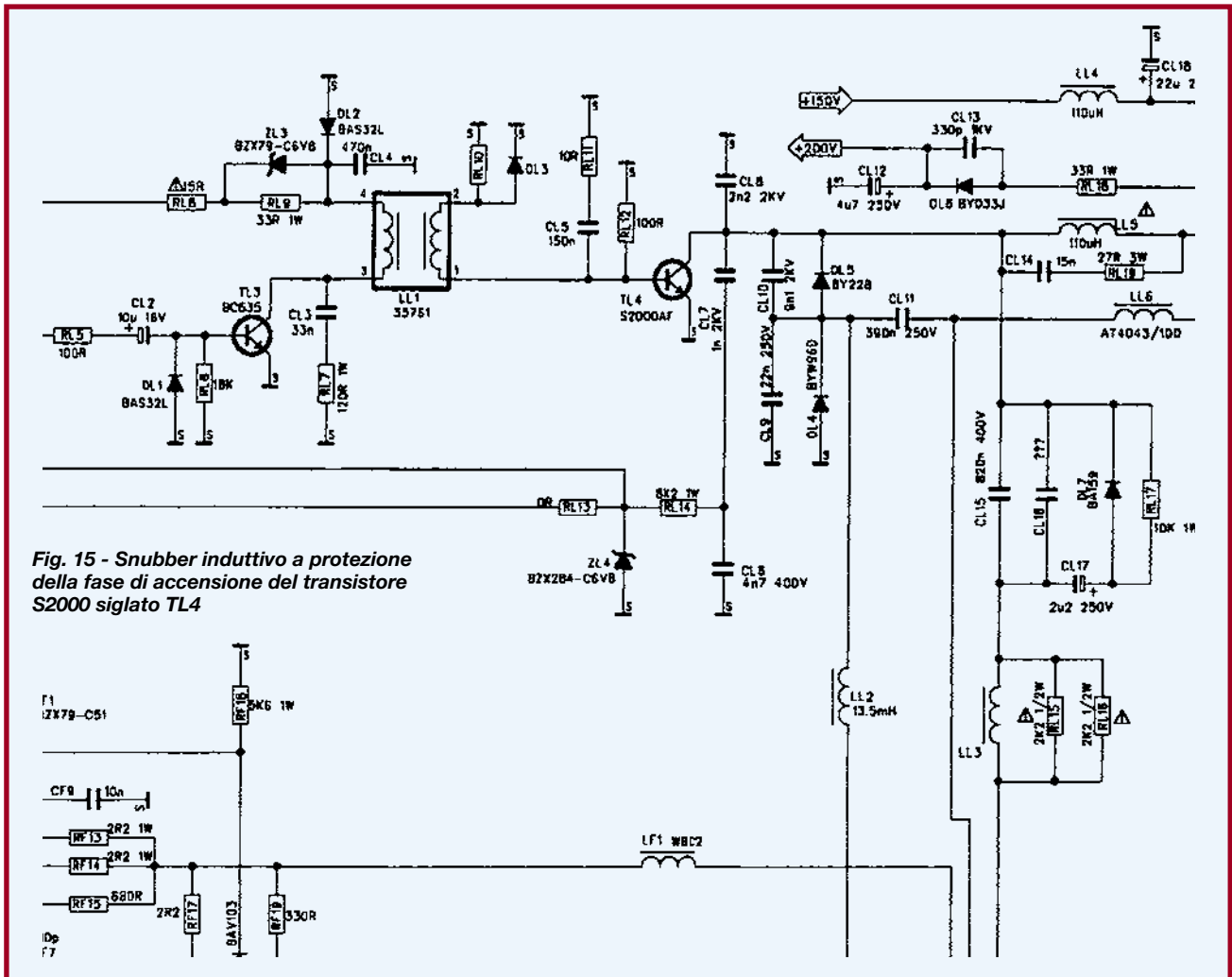


Fig. 15 - Snubber induttivo a protezione della fase di accensione del transistor S2000 siglato TL4

I componenti posti sul transistor hanno un ruolo diverso da quelli appena visti per gli SCR?

La risposta è scontata!

Chiaramente gli Snubber possono avere piccole differenze nelle connessioni, connessioni atte a risolvere gli specifici effetti elettrici dati dal circuito in esame.

Proprio per questo motivo possono presentare lievi differenze, ma assolvono sempre allo stesso compito: proteggere gli SCR o i Transistori dal Current Crowding.

E per gli UPS?... se volessimo comprenderne il funzionamento prima per poterli riparare come ci comporteremmo?

Ora sappiamo cos'è il Current Crowding. È chiaro che gli UPS

presentano dei circuiti Switching ma, a differenza dei TVC e dei VCR, i transistori MOS o Bipolari sono sottoposti a correnti ben più forti.

Una unità UPS, al momento dell'assenza dell'energia elettrica di rete, deve generare la 220 V ÷ 230V c.a. a 50 Hz/60 Hz per poter comandare, per esempio, un monitor 17", una stampante, un PC (con tutte le sue forti correnti in gioco), uno scanner, ecc.

Va da sé che le forti richieste di correnti medie prevedono forti correnti di picco ed extratensioni che si traducono in:

$$\frac{di_A}{dt}$$

e in

$$\frac{dv_{A-K}}{dt}$$

molto elevati e pericolosi.

A maggior ragione, conoscere gli Snubber negli UPS è di vitale importanza per un'analisi teorico-pratica preposta a un qualsiasi tipo di intervento.

Nei mesi che seguiranno, vedremo meglio come siano fatti all'interno gli UPS.

Aver potuto studiare nei numeri scorsi il funzionamento di circuiti integratori e comparatori, aver visto il funzionamento dei S&H (per coloro che non l'avessero fatto ne consiglio la lettura o, eventualmente, la rilettura) sarà ora più che mai di vitale importanza per comprendere bene il funzionamento dei gruppi di continuità. □