



Un telaio davvero innovativo

Come accennato nella prima parte, la sezione di grande interesse è lo stadio di commutazione comandato dal MOS 7504 (STP4N40FI).

Ridurre le dimensioni e i costi! è questo uno dei punti di forza dello chassis L6.1AA, ma è sempre conveniente? Vediamo meglio i pro e i contro dell'elettronica impiegata

a cura di Flavio Criseo - 2° e ultima parte



Dopo aver parlato in modo approfondito della sezione verticale e della sezione a microcontroller comandata dal TMP, ci spostiamo sullo stadio d'alimentazione e sul circuito di deflessione orizzontale perché, come accennato nel titolo, sono di notevole interesse tecnico.

Per capire la logica di funzionamento è bene dare una prima occhiata allo schema elettrico da noi

proposto nella **Fig. 8**. Ci troviamo di fronte ad una sezione Supply con un piccolissimo trasformatore Switching, vedi **Foto 8**, e, poco distante, si noti il foto-accoppiatore che NON È impiegato per la retroazione dell'alimentatore bensì per il pilotaggio dello stadio orizzontale. In parole povere, non abbiamo più la presenza del trasformatore d'accoppiamento per il pilota di riga, mentre la

retroazione per lo stadio Supply è svolta dalla polarizzazione del 7502 (BF423).

In Fig. 8 si noti ancora che, quando la +96 V e dunque anche la +96S tendono ad aumentare, il 7502 (BF423) entra in conduzione.

La tensione al suo collettore aumenta fino a polarizzare in diretta la Vbe del 7501 (BF487) che drena la corrente di Gate dell'N-MOS diminuendone la sua Vgs.

Approfondiamo il funzionamento della sezione Supply

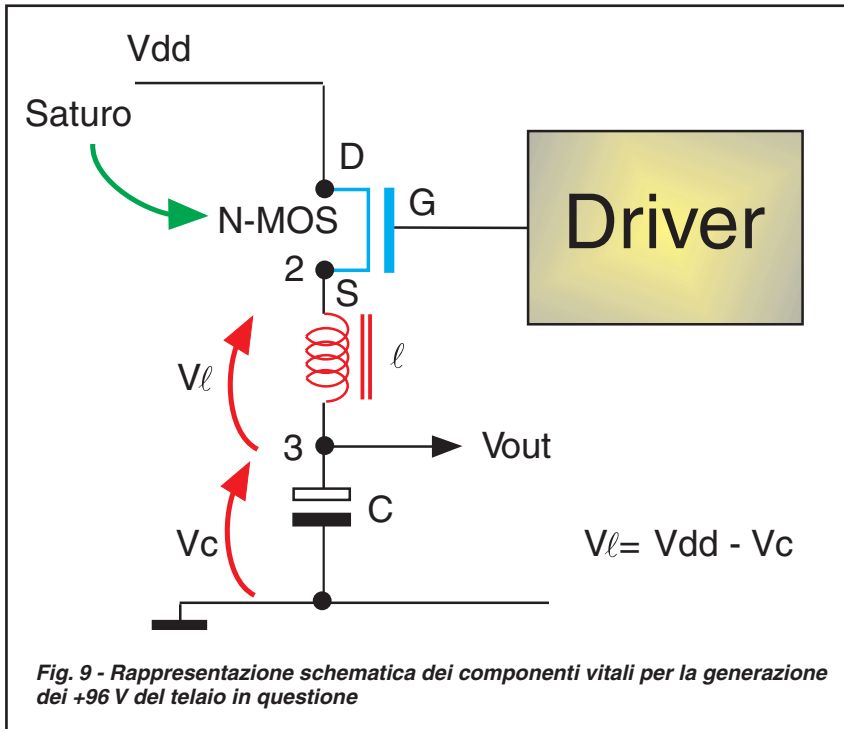
Guardando la **Fig. 9** si può notare come, a meno di componenti non riportati e dedicati alla polarizzazione del punto di lavoro, i componenti più importanti sono:

- 1) la bobina connessa tra il pin 2 e il pin 3 del trasformatore d'alimentazione;
- 2) il condensatore 2515 da 47 μ Farad;
- 3) il transistor metallo-ossido N-MOS 7504 (STP4N40FI).

Alla partenza, istante di tempo $t=0^+$, la configurazione corretta relativa alla rete in questione è quella visibile in **Fig. 10** dove il condensatore sopra citato è assimilabile ad un cortocircuito (per comprendere meglio la fase di transitorio e il comportamento prima e dopo l'innesco del MOS consigliamo di leggere alla pag. XXXX l'articolo "**Convertitori DC/DC**").

Il percorso della corrente **i** (raffigurato in rosso) è quello indicato in Fig. 10. Quando alla partenza C si carica, la corrente fluisce fra le armature tramite lo zener 6510 perché questi è polarizzato in diretta e, man mano che si carica C, la corrente **i** tende a diminuire (ovvero tende a zero).

Fig. 8 - Schema tecnico della sezione di potenza impiegata in questo telaio. In basso abbiamo lo stadio Switching; in alto lo stadio di deflessione orizzontale foto-accoppiato tramite 7420



Quando il valore di i è molto basso la corrente I' (che alla fase iniziale è assimilabile $= 0$) comincia a farsi sentire sul Gate del MOS perché lo zener 6510 inizia a spegnersi.

In verità, attraverso il partitore di polarizzazione 3518 e 3512 non è la corrente a farsi sentire sul MOS ma la tensione V_{gs} che viene a localizzarsi tra il Gate e il Sorce,

questo perché i MOS presentano una resistenza d'ingresso altissima e quindi la corrente che ne fluisce può essere considerata pressoché nulla.

Per il motivo sopradetto, quando la V_{gs} è maggiore del valore di commutazione, il MOS permette il passaggio della corrente sulla bobina facente parte del trasformatore d'alimentazione, vedi Fig. 11.

Si noti che solo quando C è carico si può verificare la commutazione del transistor e quindi il suo avvio alla partenza è garantito senza problemi e senza falsi tempi di partenza.

Se, per esempio, dovesse essere rilevato un cortocircuito in uscita, vedi sempre Fig. 11 dove è possibile immaginare al posto di R_c (resistore di carico) un corto netto verso massa, il condensatore C si scarica verso massa cosicché la i di Fig. 10 si ripresenta attraverso lo zener perché si abbassa il potenziale sull'armatura positiva di C mentre la I' viene a mancare (mancando la V_{gs}) facendo interdire il MOS 7504: IN DEFINITIVA SI SPEGNE TUTTO!.

Guardando lo schema di Fig. 8 si nota la presenza di due resistenze in parallelo siglate 3514 e 3515 che in Fig. 11 sono rappresentate con il simbolo $R//$; poiché esse sono connesse tra il potenziale negativo e la massa, permettono in questo modo, di controllare la I' che scorre nella bobina fra i pin 2 e 3 del trasformatore.

Quando N-MOS è saturo, la I_l tende a raggiungere il valore massimo possibile ($I_l = I_l \text{ max}$), in queste condizioni la tensione ai capi delle resistenze R3514 e R3515, che è negativa, tende ad aumentare finché non si polarizza in diretta il diodo della giunzione B-E del transistor 7501.

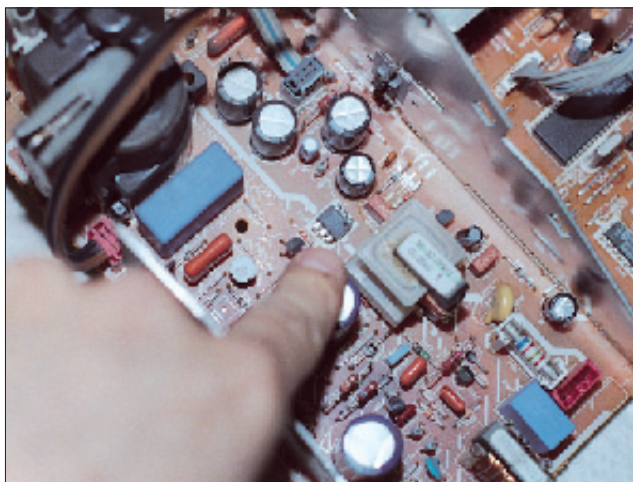


Foto 8 - Oltre al foto-accoppiatore indicato nella foto si può vedere il nuovo trasformatore switching impiegato in questo telaio. Niente da dire: "VERAMENTE PICCOLO"!!

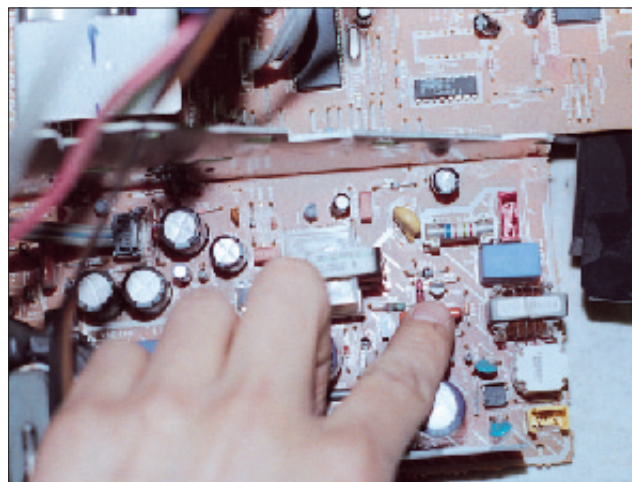


Foto 9 - Posizione del transistor 7502 sulla sezione "LIVE" dello stadio Supply. Poco sopra notare lo zener responsabile della protezione della sezione Supply in caso di cortocircuito del finale MOS

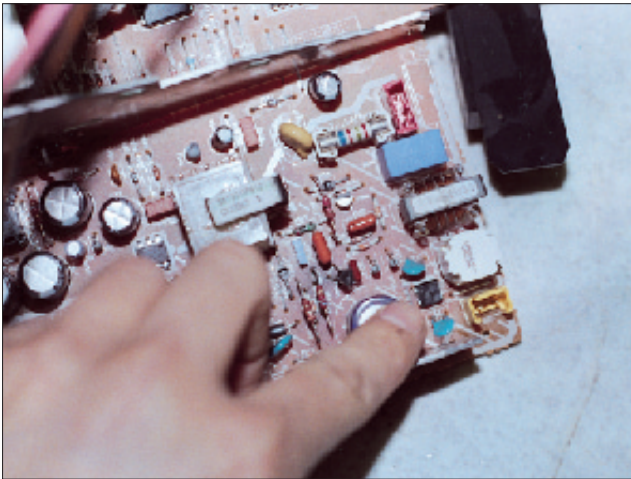


Foto 10 - Si noti la ridottissima dimensione del ponte di diodi, leggermente a sinistra è saldato il BJT 7501 la cui polarizzazione è responsabile dei tempi d'apertura e chiusura del MOS

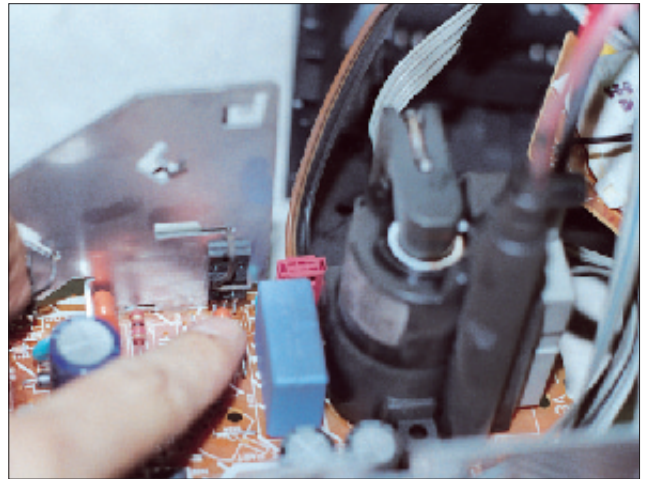


Foto 11 - Il finale di riga è molto vicino al trasformatore AHT. Attenzione al cavo visibile alla sua destra perché si allenta facilmente durante le operazioni di service

Una volta che il BJT (BF487) si accende, drena la corrente sul gate del MOS abbassandone la sua V_{gs} fino a spegnerlo. Quando il MOS conduce, L si carica e l'andamento della corrente del Drain dell'N-MOS è tipo lineare (tratto 1) di **Fig. 12**.

Guardando l'andamento della corrente (tratto 2) di Fig. 12, si vede che: quando il MOS è interdetto, C si carica con l'energia immagazzinata nel trasformatore attraverso L (2-3). Nel contempo si localizza sulla bobina 1-2 una V' di polarità opposta, quindi il MOS rimane spento finché V_c (tensione ai capi di C) non è uguale a zero.

Un nuovo ciclo ha inizio dopo il tempo d'attesa, che in Fig. 12 è rappresentato dal tratto 3, ove il MOS è interdetto e nel trasformatore non c'è più energia.

Quando il MOS è spento, lo zener 6510 carica lentamente C per il tempo T , dopo di che, I' diventa maggiore di i riaccendendo il MOS (ricomincia il ciclo.)

Controllo della tensione di comando +96 V

In Fig. 8 possiamo vedere il 7502 che si trova nella catena di retroazione pilotando lo stadio DRIVER e dandogli sempre informazioni relative a "cosa succede in uscita".

Si noti, in **Foto 9**, che il bipolare 7502 è un PNP, quindi il suo funzionamento attivo si ha solo quando la sua V_{eb} è maggiore della tensione di soglia (generalmente pari a 0,7 V).

Lo schema di Fig. 8 mostra che la polarizzazione della base è data dal partitore formato dalle resistenze 3505, 3507, 3510 mentre per l'emettitore abbiamo la 3509 e lo zener 6501. Affinché il punto di lavoro dia la RND (regione normale diretta) al PNP si deve verificare che il potenziale all'emettitore sia più alto rispetto alla base; la tensione ai capi della resistenza 3507, sommata alla caduta sulla

3506, deve dunque essere di 0,7 V superiore alla tensione di zener (in questo caso 5,6 V).

Ammettiamo che la tensione d'uscita aumenti in modo troppo elevato, ad un certo punto il transistor si trova polarizzato in diretta sulla V_{eb} e quindi innalza il potenziale sulla base del 7501, **Foto 10**, (che è un NPN) mandandolo a sua volta in RND. La conseguenza della conduzione

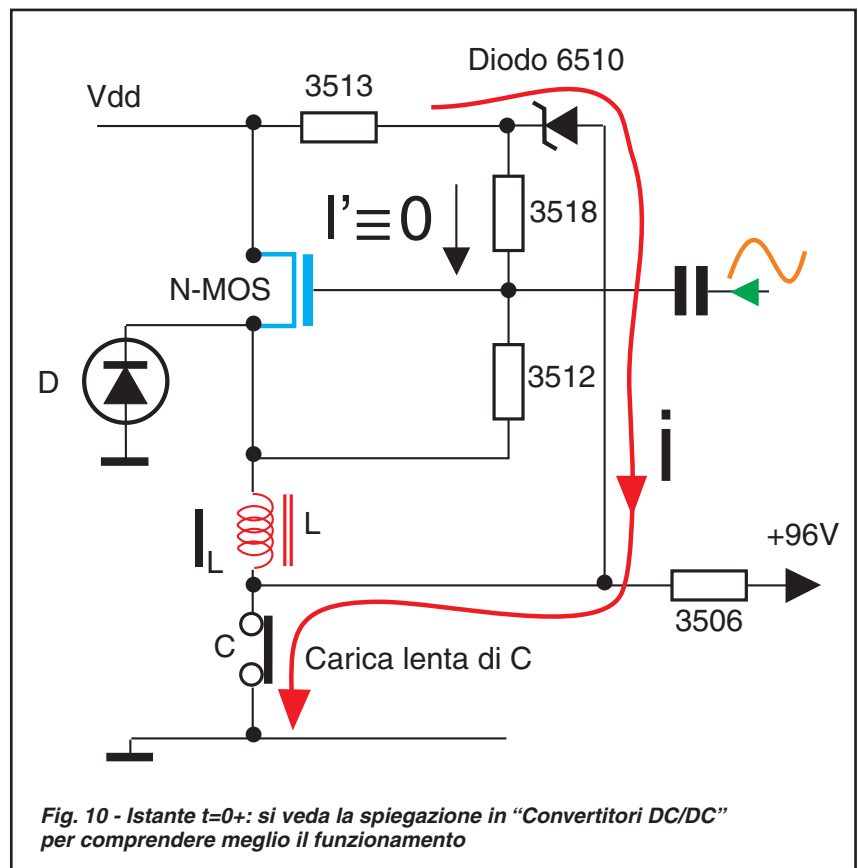
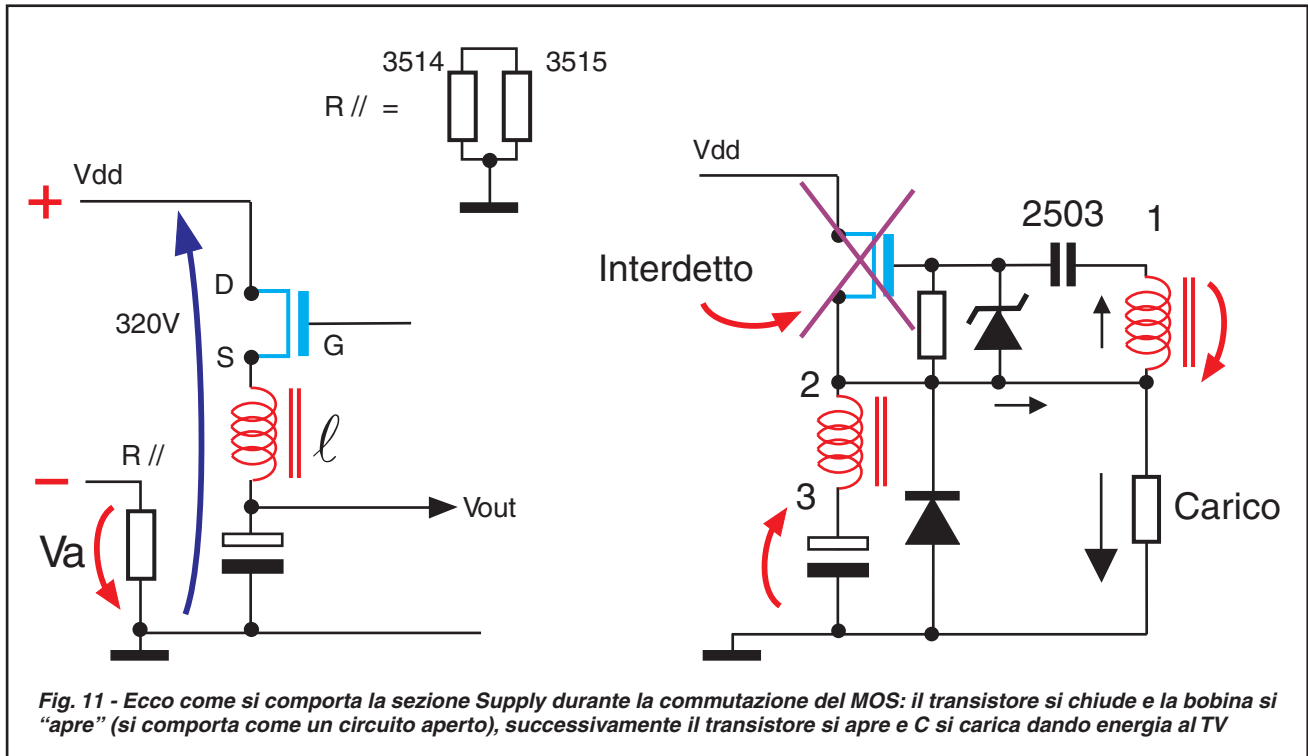


Fig. 10 - Istante $t=0+$: si veda la spiegazione in "Convertitori DC/DC" per comprendere meglio il funzionamento



del 7501 è quella di abbassare il potenziale al suo collettore (comincia a fluire la corrente verso il suo emettitore) togliendo energia al gate del MOS che, conseguentemente, si spegne finché la tensione al catodo dello zener 6501 non si abbassa ai valori stabiliti dal progetto.

**Azione e Reazione!
Pregi e difetti...**

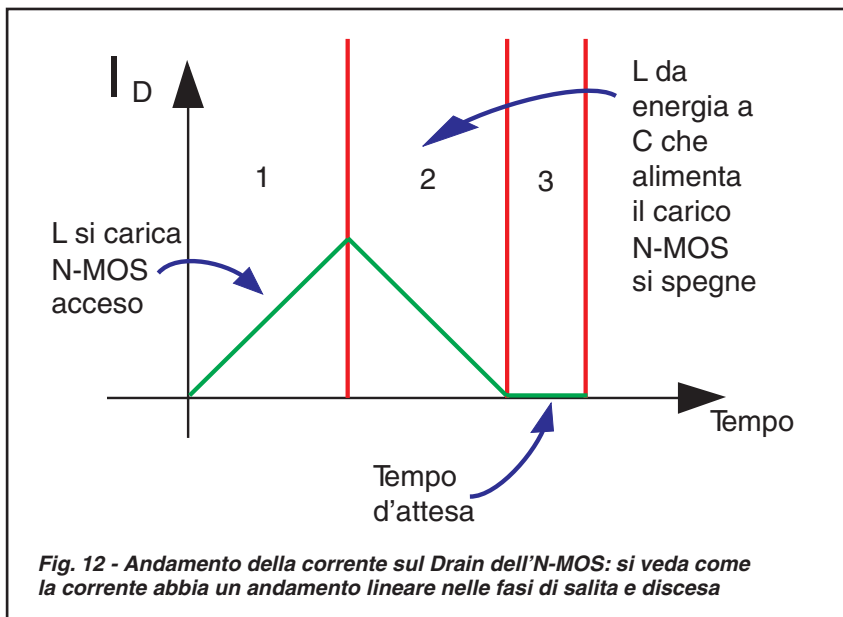
In linea di massima potremmo dire che non esiste circuito elettronico solamente con dei pregi; in effetti ad una prestazione positiva corrisponde sempre almeno un problema da risolvere o da gestire

adeguatamente. Come tutti i riparatori sanno nella stragrande maggioranza dei casi la riparazione dello stadio Supply porta anche alla sostituzione del transistore di commutazione; talvolta interrotto, talvolta in netto corto.

Guardando lo schema di Fig. 8 si può notare che, non essendoci accoppiamento elettromagnetico fra ingresso e uscita, se il MOS dovesse, malauguratamente, andare in cortocircuito, la tensione di Drain, circa 320 V la ritroveremo in uscita tramite la resistenza 3506.

Il pregio di aver risparmiato un avvolgimento secondario e di non aver usato diodi rettificatori sulla tensione principale (si ricordi che data l'elevata frequenza di oscillazione, circa 50 kHz, non è necessario rettificare) ha come effetto il problema sopra accennato.

Immaginate per un attimo, cosa succederebbe se arrivassero 320V a tutti gli stadi normalmente alimentati a 96 V: sarebbe una vera strage! Il problema è stato risolto con l'inserimento dello zener 6514 da 130V, vedi in Fig. 8 dove lo zener è posto poco sopra al 7501.



Ammettiamo che il MOS entri in avaria con un totale cortocircuito; appena al catodo dello zener sopra citato arriva una tensione maggiore di 130 V questi entra in conduzione diretta, scaricando la tensione a massa tramite i resistori in parallelo posti nelle sue vicinanze.

In conseguenza di questo abbiamo 2 effetti:

1. la tensione all'uscita si abbassa fortemente;
2. la corrente che fluisce nello zener aumenta tanto da interrompere il fusibile di rete.

Sinceramente ci permettiamo di dire che, dall'analisi appena effettuata, il circuito di protezione agisce bene ma i tempi di attesa affinché la tensione si interrompa sono "lunghi".

Spesso capita d'intervenire su un TVC precedentemente riparato da altri tecnici.

L'interruzione della tensione di alimentazione è legata alla velocità d'intervento del fusibile; se, per un qualsiasi motivo, il fusibile venisse sostituito con un altro di valore maggiore rispetto a quello di progetto, le conseguenze potrebbero essere molto dannose.

Mai come in questo TVC la sicurezza delle sezioni, Supply e orizzontale, è legata alla precisione e affidabilità di un fusibile che,

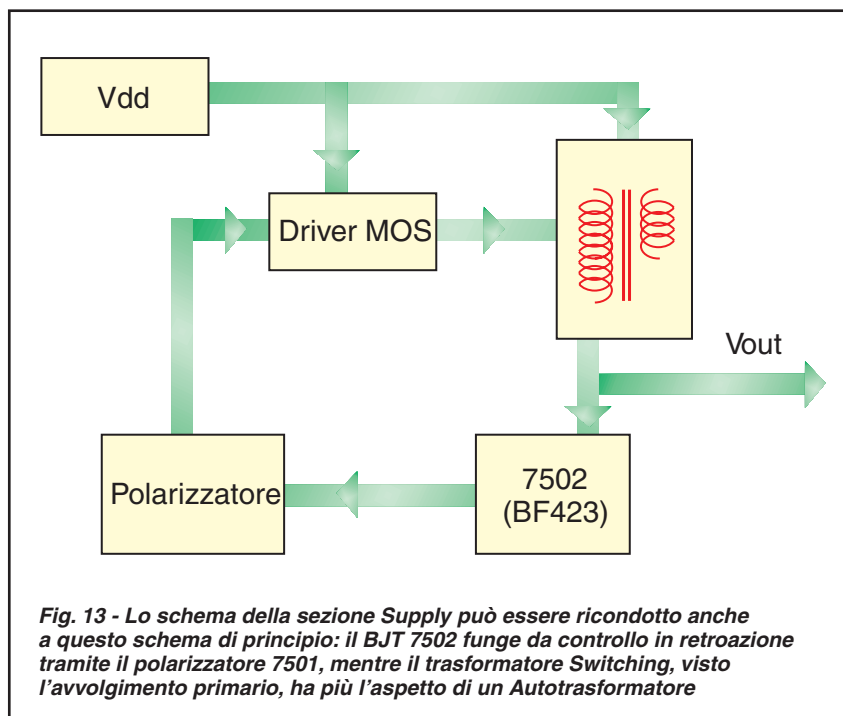


Fig. 13 - Lo schema della sezione Supply può essere ricondotto anche a questo schema di principio: il BJT 7502 funge da controllo in retroazione tramite il polarizzatore 7501, mentre il trasformatore Switching, visto l'avvolgimento primario, ha più l'aspetto di un Autotrasformatore

oltretutto, può alterare le proprie caratteristiche con il trascorrere degli anni.

Ci viene anche da pensare: e se per uno sbalzo di alimentazione o per un mal funzionamento o perché interrotto o, cosa ancora più grave, una sua saldatura fosse difettosa lo zener non interverrebbe?

Dobbiamo ammettere che, nel caso di saldatura fredda o deteriorata, il TVC continuerebbe a funzionare correttamente in quanto non è detto che, se la sezione da controllare non è la Supply, il tecnico se ne accorga.

Non perché si voglia sempre

pensare al peggio però ci sentiamo di segnalare a tutti i colleghi che possono trovarsi di fronte a questo telaio dell'importanza delle condizioni del fusibile di rete nonché dell'efficienza dello zener.

In verità un solo zener a protezione di un TVC che ha già abbattuto tanto i costi riducendo all'osso il trasformatore d'alimentazione ci sembra veramente un po' pochino.

Ad ogni modo, se il fusibile è molto efficiente e lo zener fa il suo dovere il progetto finale da i suoi risultati positivi.

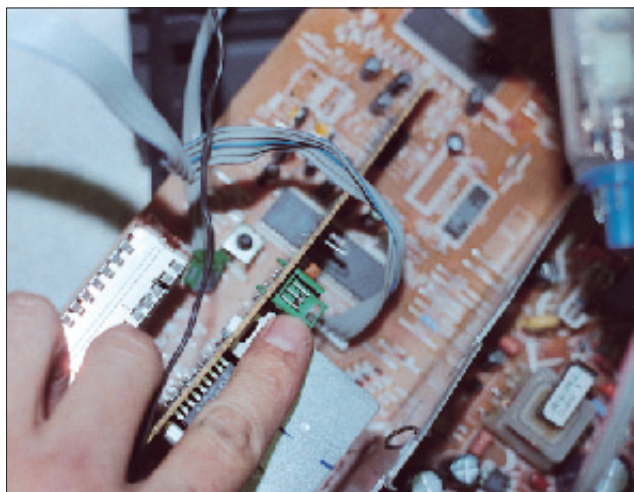


Foto 12 - Per ribaltare il telaio è importante fare attenzione al cavo connesso sul connettore visibile in foto

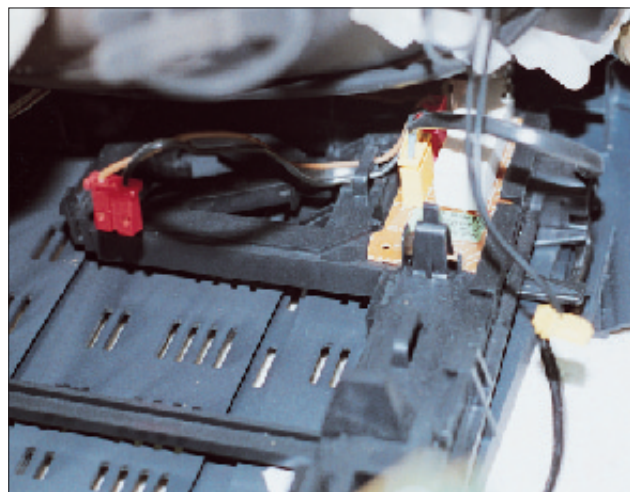


Foto 13 - Notare che, dopo l'estrazione dello chassis, il modulo con l'interruttore di rete rimane nel supporto plastico; nella sua estrazione fare attenzione ai fermi plastici visibili nella foto



Vediamo cosa succede all'avvio se c'è un corto nella sezione orizzontale

Se il BUT11AX è in avaria (corto netto!) all'innesco della sezione Supply la +96 V tende a zero, quindi lo zener 6510 conduce caricando la capacità principale (il condensatore elettrolitico 2515).

Il gate è, conseguentemente, sotto pilotato e, dato che la rete di polarizzazione del MOS o lo interdice o lo satura (interruttore elettronico), la tensione di uscita si mantiene sempre molto bassa.

Quando tutto va bene

Se tutto funziona nel migliore dei modi, la sezione di deflessione orizzontale presenta delle soluzioni circuitali originali.

Innanzitutto si noti che la massa della sezione orizzontale è la stessa della Supply, quindi bisogna toccarla sotto carico con le dovute cautele!

Oltre a questo segnaliamo l'assenza del trasformatore d'accoppiamento per il pilota orizzontale: al suo posto abbiamo un fotoaccoppiatore (un tempo dedito solo alla retroazione Supply) che isola il pilotaggio elettrico e la massa, dalla parte di potenza.

Il pre-driver è il BC847 che presenta una polarizzazione a riposo ridotta ai minimi termini, formata da una sola resistenza ovvero la 3100 da 150 kW, ma non per questo poco efficace.

Due note tecniche per ribaltare agevolmente il telaio

La **Foto 11** mostra la posizione del BUT11AX finale di riga: segnaliamo di fare attenzione al cavo visibile alla sua destra perché alcune volte può staccarsi inavvertitamente (diciamo che il fermo plastico non sempre fa il suo dovere!).



Foto 14 - Posizione del resistore 3430: controllare sempre le saldature del componente indicato e il suo esatto valore Ohmico

Se è necessaria l'estrazione completa dello chassis, bisogna individuare il connettore audio sul modulo dedicato, vedi **Foto 12**, in quanto la sua lunghezza ridotta rende indispensabile la sua estrazione dal connettore verde; anche la sezione di alimentazione presenta un cavo molto corto, si veda **Foto 13**.

Attenzione ai fermi plastici nelle vicinanze, in quanto, spesso, affetti da facili rotture.

Alcuni controlli importanti

Occorre controllare sempre il corretto funzionamento della resistenza di sicurezza 3430 alloggiata nella sezione di riga, vedi **Foto 14**, e assicurarsi della sua efficienza con apposito multimetro nonché controllare sempre le sue saldature.

In fase d'intervento è capitato più volte di notare che i contatti stagnati possono deteriorarsi facilmente a causa della temperatura.

Lo stesso dicasi per le resistenze 3428 e 3427.

Qualora dovesse presentarsi un ripple troppo elevato (lo si nota subito perché le immagini presentano contorni seghettati ai bordi) bisogna intervenire subito sui condensatori 2426 e 2424: in due casi abbiamo risolto il problema con la loro sostituzione.

Il ritorno di riga

L'accensione del led, interno al fotoaccoppiatore, si verifica quando è acceso il 7103 BC847C (assenza di un impulso di riga), in questo caso, il fototransistore interno si chiude accendendo il 7421.

Quando conduce il 7421 il finale 7422 si blocca; di conseguenza sul lato secondario, il condensatore 2430 si carica, se il led si spegne (arriva un impulso di riga che rende la V_{be} del BJT 7103 negativa) si spegne anche il 7421, quindi si accende il finale di riga e il condensatore 2430 cede la sua carica alla capacità 2426

che poi la distribuirà al carico.

Si noti la presenza del 7423 che è comandato in accoppiamento elettromagnetico dalla bobina L9-10. Secondo quanto detto nelle pagine di "Convertitori DC/DC" all'istante $t = 0^+$ (considerando tale istante quando il finale di riga si interdice) abbiamo un impulso che, tramite il 7423 (impulso sandcastle), si presenta con circa 5 Vpp al pin 38 del TDA8361, bloccando la H.Drive.

In conseguenza di ciò, il 7103 entra in conduzione accendendo il led che, a sua volta, spegne il finale di riga (ritorno di traccia).

In assenza di comando orizzontale il finale non è pilotato.

Da notare, infine, che il comando stand-by è operato dal microcontrollore TMP tramite il pin 11: il comando arriva al pin 37 del TDA8361 e si sovrappone al segnale pilota innalzandone il riferimento a massa.

Se il TVC si trova in ST-By il livello di tensione al pin 11 del microcontrollore è basso e il pilotaggio non è sufficiente a interdire il 7103; se la componente continua è alta il segnale pilota passa attraverso la capacità 2120, spegnendo il 7103 e accendendo il TVC.

In ogni caso, quando il TVC è in ST-By o è acceso il funzionamento della sezione Supply è sempre uguale (l'alimentatore è sempre a regime) perché l'azione di accensione e spegnimento è effettuata sulla sezione di riga e non su quella Supply. □