



commutazione/multimetro della serie 3700 (Fig. 3) assicura la massima versatilità d'uso: essa infatti mette a disposizione 28 canali "Form C" di tipo general purpose ideali per l'istradamento della potenza e, per le applicazioni a elevata potenza fino a 7A, include quattro canali ad alta corrente "Form A".

### Topologie di commutazione

Per le applicazioni di commutazione di corrente si possono adottare le seguenti topologie di commutazione:

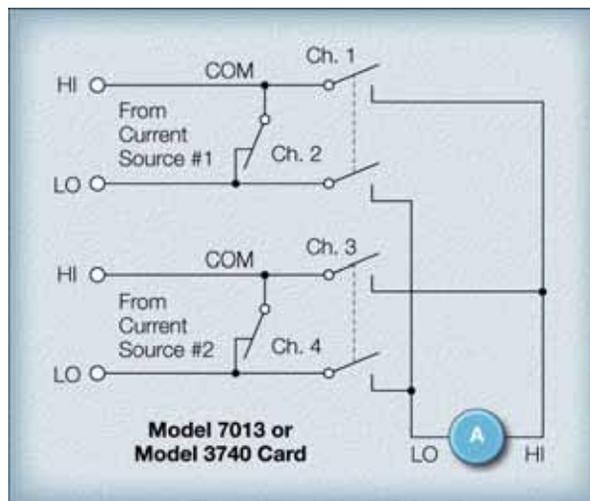
**Commutazione a scansione:** si tratta della configurazione che prevede la più semplice disposizione dei relè in un sistema di commutazione. Essa può essere considerata alla stregua di un commutatore-selettore.

**Commutazione multiplata (multiplexer):** al pari della configurazione precedente, può essere usata per connettere uno strumento a più dispositivi (1:N) o più strumenti a un singolo dispositivo (N:1). In ogni caso questa configurazione è più flessibile rispetto a quella a scansione. A differenza di quest'ultima, la commutazione multiplata consente di effettuare più connessioni simultaneamente, oltre a permettere la chiusura dei commutatori in maniera sequenziale o non sequenziale.

**Commutazione a matrice:** si tratta della configurazione più versatile poiché consente la connessione di più ingressi a più uscite. Una matrice è utile nel momento in cui è necessario eseguire collegamenti tra parecchi generatori di segnali e un dispositivo dotato di più pin, come ad esempio un circuito integrato o una rete resistiva.

### Commutazione a elevata corrente

Quando si progetta un circuito di commutazione per corrente di valore elevato (> 1A) è necessario porre particolare attenzione alla corrente massima, alla tensione massima e alle specifiche tensio-



**Fig. 2 - L'impiego di relè "Form A" garantisce una commutazione di corrente senza interruzioni**

ne/corrente (VA) delle schede di commutazione e dei relè. È altresì importante scegliere una scheda di commutazione o un relè caratterizzati da bassi valori di resistenza di contatto al fine di evitare un riscaldamento eccessivo che può provocare una fusione tra contatti con conseguente malfunzionamento degli stessi. Il riscaldamento dei contatti è dovuto alla dissipazione di potenza ( $I^2R$ ).

La commutazione a elevata corrente può essere usata per commutare un alimentatore su più carichi o per commutare un amperometro su più generatori.

Nella figura 4 viene riportata la commutazione eseguita da un alimentatore su più carichi mediante una scheda a scansione multiplata. In questa situazione l'alimentatore fornirà una corrente di 1A a ciascuno dei quattro carichi. Ciò non rappresenta un problema nel momento in cui viene chiuso solo un canale per volta. Quando tutti e quattro i canali sono chiusi, l'alimentatore fornirà una corrente di 4A attraverso il percorso comune.

Sfortunatamente, anche se il valore massimo di corrente specificato per un determinato canale è 1A, il percorso comune sulla scheda di commutazione potrebbe non essere in grado di supportare una corrente di 4A. Questo parametro non viene solitamente specificato per una scheda di commutazione, ma la limitazione è funzione dell'ampiezza delle piste e delle condizioni limite di impiego del con-

nettore. Un modo per evitare questo problema prevede l'uso di una scheda di commutazione con relè indipendenti (isolati) e la realizzazione di collegamenti mediante fili in grado di trasportare la corrente totale prevista.

### Uno sguardo alla sicurezza

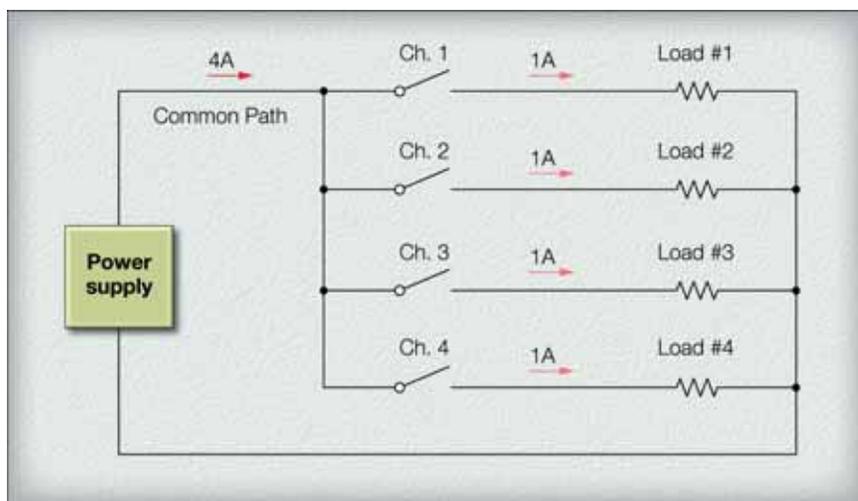
Parecchi sistemi di test elettrici possono generare livelli di potenza potenzialmente pericolosi. Per tale motivo la protezione dell'operatore riveste una notevole importanza. Di seguito vengono riportate alcune delle misure di protezione che è possibile adottare:

- progettare interconnessioni (fixture) di collaudo in modo che venga impedito il contatto tra l'operatore e i circuiti pericolosi;
- effettuare un doppio isolamento di tutti i collegamenti elettrici con i quali l'operatore potrebbe venire in contatto;
- utilizzare commutatori di blocco di tipo fail-safe (ovvero per i quali un guasto non pregiudica la funzionalità) ad alta affidabilità che disconnettono i generatori di potenza quando una fixture di test è aperta;
- organizzare corsi di addestramento per tutto il personale in modo che possa essere conscio dei potenziali rischi e sappia proteggersi adeguatamente.

### Commutazione "a freddo" e "a caldo"

Il termine commutazione "a freddo" (cold switching) indica che un commutatore è attivato senza che nessun segnale sia applicato. Di conseguenza non fluirà nessuna corrente quando il commutatore verrà chiuso e nessuna corrente sarà interrotta quando lo stesso verrà aperto. Nella commutazione "a caldo" (hot switching) è presente una tensione e quindi fluirà una corrente nel momento in cui i contatti si chiudono. Quando il commutatore è aperto questa corrente verrà interrotta provocando la formazione di un arco (arcing). La commutazione "a caldo" po-

**Fig. 3 – La scheda di commutazione a 32 canali isolati mod. 3740 fa parte della famiglia formata da sistema di commutazione/multimetro della serie 3700. Il mainframe del sistema ospita sei slot per schede plug-in in uno chassis 2U (89 mm) compatto in grado di soddisfare le esigenze di applicazioni che richiedono un numero di canali medio/alto. Un mainframe completo può supportare fino a 576 canali multiplexati a 2 fili**



**Fig. 4 – Commutazione di un alimentatore su più carichi**

trebbe rendersi necessaria nel caso sia richiesto un controllo molto accurato nel periodo che intercorre tra l'applicazione della potenza e l'esecuzione della misura. Questo tipo di commutazione viene impiegata per esempio quando sono coinvolti circuiti logici digitali, poiché questi componenti potrebbero cambiare stato se la potenza viene interrotta anche per un solo istante.

Con relè relativamente grandi, potrebbe essere richiesta la commutazione "a caldo" per assicurare un'ottima chiusura del contatto. La connessione potrebbe risultare non affidabile in assenza dell'azione di "bagnatura" prodotta dalla corrente che scorre attraverso i contatti.

### La commutazione a bassa corrente

Quando si commutano correnti dell'ordine di  $1\mu\text{A}$  o inferiori è necessario adottare tecniche particolari per minimizzare le fonti di interferenza come ad esempio correnti di offset, correnti di perdita, interferenze elettrostatiche, correnti triboelettriche e correnti di natura elettromeccanica. Tali interferenze potrebbero provenire dalla stessa scheda di commutazione, dai cavi di connessione o dalle fixture di test.

**Correnti di offset:** si tratta di correnti spurie generate da una scheda di commutazione anche quando non vi sono segnali applicati. Di solito sono correnti provocate da fonti galvaniche presenti sulla scheda. La corrente di offset assume un'importanza particolarmente rilevante quando si misurano correnti di basso valore nel caso l'ampiezza dell'offset risulti con-

frontabile con quella della corrente oggetto della misura.

**Correnti di dispersione:** si riferisce a una corrente di errore che fluisce attraverso gli isolatori quando è applicata una tensione. Essa può essere presente sulla scheda di commutazione, nei cablaggi e nelle fixture di collaudo. Correnti di dispersione significative possono essere generate nei percorsi a elevata resistenza tra i conduttori a bassa corrente e i generatori di tensione posti nelle immediate vicinanze. Per ridurre tali effetti si ricorre a una scheda di commutazione caratterizzata da un elevato grado di isolamento tra i canali e si sfruttano le funzioni di guardia (guarding) dello strumento di misura. Un altro metodo che è possibile adottare per ridurre la corrente di dispersione è garantire la pulizia della scheda di commutazione. Tracce di sporcizia, olio e altri agenti simili contribuiscono a creare un percorso a bassa resistenza favorendo in tal modo il flusso della corrente di dispersione. Per ridurre le correnti di perdita nelle fixture di collaudo, è necessario ricorrere a isolatori di elevata qualità come ad esempio quelli realizzati in Teflon e polietilene ed evitare l'uso di materiali come nylon e componenti fenolici che possono assorbire l'umidità, penalizzando in tal modo le prestazioni di isolamento.

**Interferenze elettrostatiche:** la schermatura è richiesta perché il circuito ad alta impedenza può raccogliere il rumore irradiato spurio. I contatti dei relè dovrebbero essere schermati dalla bobine per

minimizzare il rumore indotto dall'alimentazione del relè. Il dispositivo da collaudare DUT (Device Under Test) e i cablaggi di interconnessione dovrebbero essere schermati per impedire di "attirare" il rumore. Tutte le schermature dovrebbero essere collegate al terminale LO del circuito.

**Correnti triboelettriche:** esse sono generate dalla cariche create dall'attrito tra un conduttore e un isolatore, come quelle che si verificano tra il conduttore e l'isolamento di un cavo coassiale. L'attrito può essere ridotto mediante l'uso di cavi specifici a basso rumore con rivestimento conduttivo (come ad esempio grafite) e l'accurato serraggio dei cablaggi di interconnessione per minimizzare i movimenti.

**Correnti elettrochimiche:** si tratta di correnti generate dall'azione della batteria galvanica prodotta da effetti di contaminazione e umidità. Una pulizia accurata dei

giunti e delle superfici per rimuovere i residui di natura elettrolitica (come ad esempio gli agenti chimici usati nella lavorazione) contribuisce a minimizzare gli effetti di questa batteria parassita.

### Tempi di assestamento

Quando un relè si apre o si chiude, si verifica un trasferimento di carica dell'ordine dei pico-coulomb, che provoca un impulso di corrente nel circuito. Questo trasferimento di carica è dovuto al rilascio meccanico o alla chiusura dei contatti, alla capacità tra contatto e bobina e alla capacità parassita tra le linee di pilotaggio del relè e il segnale. Una volta che il relè è chiuso, è importante che vi sia un tempo di assestamento sufficiente prima che venga presa una misura. Questo periodo può essere dell'ordine dei secondi, in funzione del relè utilizzato. Nel caso al circuito venga applicata un tensione a gradi-

no si genera una corrente transitoria che gradualmente decade fino al valore in regime stazionario. Il tempo necessario per raggiungere tale valore (tempo di assestamento) può essere usato per determinare il tempo di ritardo adatto per la misura. Si è dunque visto che quando si progetta un sistema di misura, la scelta dei commutatori è un elemento critico, al pari della scelta della strumentazione di misura o del progetto dell'interfaccia di test. La particolare applicazione considerata deve essere esaminata con attenzione e il commutatore selezionato deve soddisfare i requisiti dell'applicazione. Una particolare attenzione ai dettagli e ai principi base della misura può contribuire ad assicurare una migliore precisione del sistema e prestazioni più elevate.

**Keithley Instruments**  
[readerservice.it](http://readerservice.it) n. 32

Share tips, tricks, and insights with colleagues from the EDA industry

SOLUTIONS  
EXPO  
2009

November 24th, 2009

**POWER UP!**  
Positioning your processes for the up-turn

Cosmo Hotel Palace  
Via De Sanctis n.5  
20092 Cinisello Balsamo  
**Milano**

[readerservice.it](http://readerservice.it) n.24345

For more details and registration see [www.mentor.com/events/solexpo/milan](http://www.mentor.com/events/solexpo/milan)

**Mentor**  
**Graphics**  
THE EDA TECHNOLOGY LEADER