



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902065502
Data Deposito	04/07/2012
Data Pubblicazione	04/01/2014

Classifiche IPC

Titolo

ALIMENTATORE UNIVERSALE IN CORRENTE E TENSIONE REGOLABILE SPECICO PER APPLICAZIONI A LED DENOMINATO 'UNI-VI'

Descrizione

Descrizione del trovato avente per titolo "Alimentatore universale in corrente e tensione regolabile specifico per applicazioni a LED" denominato "UNI-VI" a nome di LEDITECH s.r.l. .

Il driver UNI-VI è un alimentatore elettronico che consente il controllo della corrente o della tensione di un carico elettrico.

UNI-VI, grazie alla sua topologia ed allo schema di controllo impiegato, consente efficienza, precisione ed integrazione su un unico apparato elettronico dell'alimentazione in tensione o in corrente di carichi elettronici caratterizzati da diversi parametri di funzionamento nominale.

Un'applicazione particolarmente idonea alle caratteristiche di UNI-VI è quella dell'alimentazione delle lampade a LED ad alta luminosità (HBLED). Nel mercato sono disponibili numerosi tipi di lampade a LED che funzionano sia in tensione che in corrente. I suddetti dispositivi (generalmente classificati in base alle potenze ottiche di emissione) sono caratterizzati da differenti correnti nominali come 350mA, 500mA, 700 mA, 1A , ecc. o da tensioni a 12V, 24 V, ecc. d'alimentazione.

Dunque ogni tipologia di lampada a LED richiede un particolare alimentatore o un alimentatore che sappia adattarsi alle differenti condizioni di funzionamento.

UNI-VI è caratterizzato da tre modalità di funzionamento mutuamente esclusive, che di seguito saranno indicate con le sigle **CM** (Current Mode), **VM** (Voltage Mode) e **PVM** (Protected Voltage Mode). In ogni caso, il dispositivo UNI-VI ha un meccanismo di monitoraggio delle sovratensioni generate dall'alimentatore primario denominato VMAXP (Maximum voltage on primary output).

Il funzionamento nelle modalità **CM**, **VM** e **PVM** è caratterizzato dalla stessa strategia di controllo.

Modalità CM

Il funzionamento del dispositivo in modalità **CM** consente l'alimentazione in corrente di carichi elettrici posti in serie tra loro ed in particolare di sorgenti luminose a LED.

Attraverso la selezione di una configurazione del dip switch, l'utente ha la possibilità di scegliere tra i diversi riferimenti di corrente pre-impostati, quello più idoneo al valore prescritto per la corrente nominale nel carico.

La regolazione della corrente elettrica avviene mediante l'azione di due dispositivi collegati in cascata ed in virtù di un'opportuna retroazione.

Il dispositivo di regolazione primario è posizionato a monte del disposito secondario (rispetto al flusso di potenza proveniente dalla rete di distribuzione elettrica). Esso, mediante la commutazione in apertura e chiusura di un interruttore elettronico, effettua la regolazione grossolana della tensione sul carico intorno ad un valore di tensione che somma due addendi; il contributo di tensione che consente la corretta alimentazione del carico ed una tensione supplementare tale da consentire la corretta polarizzazione del regolatore secondario.

Come detto in precedenza, l'attuatore del regolatore primario è un commutatore elettronico a semiconduttori. L'interruttore è collegato al primario di un trasformatore elettronico opportunamente dimensionato allo scopo che

Handwritten signature and date:
CP EL LB 1/7

consente l'isolamento galvanico ed il trasferimento della potenza elettrica nel circuito secondario. Il controllore posizionato nel circuito primario, determina il valore del tempo di apertura e di chiusura del suddetto attuatore attraverso il valore che assume il segnale di retroazione proveniente dal circuito regolatore di corrente posto a valle di esso.

Il valore del suddetto segnale di retroazione viene determinato sulla base della tensione elettrica che cade sul circuito di regolazione secondario della corrente. Tale segnale è condotto alla sezione relativa al circuito primario attraverso un collegamento ottico ed elettrico che consente l'isolamento galvanico tra le due parti dell'alimentatore.

La regolazione della corrente nel circuito a valle viene effettuata attraverso l'ausilio di un regolatore lineare. In questo caso, la corrente assume un valore costante nel tempo e non solo efficacemente costante. Questa caratteristica impatta notevolmente sull'efficienza di conversione foto-elettrica dei Led.

Il regolatore lineare è tarato per l'inseguimento del riferimento in corrente selezionato dall'utente, indipendentemente dal valore della tensione imposta dal regolatore primario.

Questo secondo meccanismo di regolazione permette di ottenere la stabilizzazione della corrente mediante una regolazione di precisione di tipo dissipativa.

Quindi, il regolatore primario (regolazione di massima) ed il secondario (regolatore di precisione) sono collegati a due attuatori indipendenti tra loro che operano con obiettivi di regolazione diversi. Nel primo stadio, la variabile da controllare è la tensione continua da fornire al secondo stadio che regola la corrente.

Il regolatore primario consente al regolatore secondario di operare in condizioni ottimali per la compensazione delle fluttuazioni di corrente che si avrebbero per le variazioni di tensione con il vincolo aggiuntivo di erogare la corrente richiesta.

Il regolatore secondario compensa le fluttuazioni di corrente con l'azione di una resistenza equivalente variabile (e controllabile) posta in serie al carico stesso che, utilizzando la modulazione della propria ampiezza, compensa e minimizza le fluttuazioni di corrente che altrimenti si avrebbero per via delle commutazioni indotte dalla regolazione primaria.

Modalità VM

Il funzionamento del dispositivo in modalità **VM** consente l'alimentazione in tensione di carichi elettrici posti in parallelo tra loro ed in particolare di sorgenti luminose a LED.

Attraverso la selezione di una configurazione del dip switch, l'utente ha la possibilità di scegliere tra i diversi riferimenti di tensione pre-impostati, quello più idoneo al valore prescritto per la tensione nominale nel carico.

La regolazione della tensione avviene mediante l'azione di due dispositivi collegati in cascata ed in virtù di un'opportuna retroazione.

Il dispositivo di regolazione primario è posizionato a monte rispetto al flusso di potenza proveniente dalla rete di distribuzione elettrica. Esso effettua la regolazione grossolana della tensione sul carico intorno ad un valore di tensione che somma due addendi; il contributo di tensione che consente la corretta alimentazione del carico ed una tensione supplementare tale da consentire la corretta polarizzazione del regolatore secondario.

Handwritten signature and date:
2/7

Il controllore posizionato nel circuito primario, determina il valore del tempo di apertura e di chiusura del suddetto attuatore attraverso il valore che assume il segnale di retroazione proveniente dal circuito regolatore di tensione posto a valle di esso.

Il valore del suddetto segnale di retroazione viene determinato sulla base della tensione elettrica che cade sul circuito di regolazione secondario. Tale segnale è condotto alla sezione relativa al circuito primario attraverso un collegamento ottico ed elettrico che consente l'isolamento galvanico tra le due parti dell'alimentatore.

La regolazione della tensione nel circuito a valle viene effettuata attraverso l'ausilio di un regolatore lineare.

Il regolatore lineare è tarato per l'inseguimento del riferimento in tensione selezionato dall'utente.

Questo secondo meccanismo di regolazione permette di ottenere la stabilizzazione della tensione mediante una regolazione di precisione di tipo dissipativa. In questo caso, la tensione assume un valore costante nel tempo e non solo efficacemente costante. Questa caratteristica impatta notevolmente sull'efficienza di conversione foto-elettrica dei Led.

Quindi, il regolatore primario (regolazione di massima) ed il secondario (regolatore di precisione) sono collegati a due attuatori indipendenti tra loro che operano con obiettivi di regolazione diversi. Nel primo stadio, la variabile da controllare è la tensione continua da fornire al secondo stadio che regola la tensione sul carico.

Il regolatore primario consente al regolatore secondario di operare in condizioni ottimali per la compensazione delle fluttuazioni di tensione che si avrebbero per le variazioni di tensione con il vincolo aggiuntivo di erogare la tensione richiesta.

Il regolatore secondario compensa le fluttuazioni di tensione con l'azione di una resistenza equivalente variabile (e controllabile) posta in serie al carico stesso che, utilizzando la modulazione della propria ampiezza, compensa e minimizza le fluttuazioni di tensione che altrimenti si avrebbero per via delle commutazioni indotte dalla regolazione primaria.

Modalità PVM

Il funzionamento del dispositivo in modalità **PVM** consente l'alimentazione in tensione di carichi elettrici posti in parallelo tra loro e collegati direttamente sul regolatore primario alla tensione V_{sec} (vedi Figura 1). In questa modalità di funzionamento non sono attivi i regolatori secondari. La tensione in uscita sarà quella impostata attraverso il riferimento V_{ref} (Figura 1). Il prototipo UNILED1003, descritto nel seguito, rappresenta una possibile implementazione della modalità PVM e CM.

GP EL LB

Schema funzionale (FIG.1)

Lo schema funzionale del dispositivo UNI-VI è mostrato in Figura 1 ed è costituito da sette blocchi funzionali.

I blocchi funzionali del brevetto UNI-VI vengono descritti nel seguito:

- **RETE AC**, rappresenta l'ingresso del dispositivo, atto a fornire la tensione elettrica alternata di rete V_{AC} ;
- **RETTIFICATORE**, il blocco raddrizza e stabilizza la tensione alternata proveniente dalla rete elettrica, la sua uscita è denominata V_H ;
- **REGOLATORE PRIMARIO**, rappresenta il blocco funzionale che esegue la regolazione di massima descritta in precedenza ed impiegata per ottenere una adeguata tensione al secondario, la sua uscita è denominata V_{SEC} ;
- **REGOLATORE SECONDARIO**, rappresenta il blocco funzionale che effettua la regolazione della corrente o della tensione ai capi del carico. Il valore del riferimento è impostato nel blocco generatore di riferimenti indicato in Figura 1;
- **GENERATORE DI RIFERIMENTI**, è il blocco di selezione del set-point desiderato in corrente per il CM o in tensione per il VM ed è utilizzato dall'utente per determinare le condizioni di funzionamento del carico elettrico;
- **CARICO IN CORRENTE**, costituisce il carico alimentato in corrente (per es. la serie di LED) nel caso in cui si collega il carico all'uscita corrispondente;
- **CARICO IN TENSIONE**, rappresenta il carico alimentato in tensione nel caso in cui si collega il carico all'uscita corrispondente;

ff GP EL LB

Lo schema di controllo

Lo schema di controllo di UNI-VI è riportato in Figura 2 e la strategia corrispondente viene descritta di seguito.

In base alla modalità operativa del dispositivo, stabilita dai segnali digitali provenienti dal dip switch (SW_CONF) al secondario si assegna il valore logico (0/1) al segnale d_1, d_2, d_3 .

Attraverso lo switch di configurazione si assegnano anche alle variabili I_{ref} e V_{ref} il valore dei riferimenti rispettivamente dei regolatori secondari di corrente e di tensione.

I carichi elettrici sono collegati dall'utente rispettivamente a valle del regolatore secondario di corrente o di tensione in base alle caratteristiche di regolazione del carico stesso; in particolare il carico in corrente sarà posto in serie al regolatore secondario di corrente $R_x^{(1)}$ ed il carico in tensione in serie al regolatore secondario di tensione $R_x^{(2)}$.

I blocchi denominati "CS" e "VS" sono i blocchi di condizionamento e misura della corrente e della tensione che cade sul carico. L'uscita del blocco CS, con una misura della corrente che istantaneamente scorre nel carico, è trasferita al blocco CR. L'uscita del blocco VS, con una misura della tensione che istantaneamente cade ai capi del carico, è trasferita al blocco VR.

I blocchi denominati "CR" e "VR" sono i blocchi di controllo del regolatore secondario rispettivamente di corrente e di tensione. I suddetti blocchi di controllo effettuano una regolazione della rispettiva variabile di controllo sul riferimento impostato attraverso lo switch di regolazione. Il blocco CR effettua la regolazione della corrente attraverso la modulazione del valore della resistenza "equivalente" $R_x^{(1)}$ mentre il blocco di regolazione VR attua il controllo attraverso la modulazione della resistenza "equivalente" $R_x^{(2)}$. La resistenza equivalente è nella realtà un dispositivo elettronico indipendente che può essere anche attivo; ovvero, il termine di resistenza equivalente estende la R_x anche a valori negativi.

La protezione dalle sovratensioni sul carico è effettuata in maniera continuativa dal blocco di confronto denominato "BC". Il blocco di confronto determina la sua uscita in base al valore del potenziale rispetto alla massima tensione del circuito regolatore secondario ed in particolare, pone la sua uscita pari ad un valore superiore a V_{ref} nel caso essa superi un valore massimo di progetto determinato dalle potenze massime di dimensionamento dell'elettronica del convertitore primario e secondario e dalle tensioni massime che possono cadere sui componenti attivi e passivi che costituiscono l'alimentatore, nonché delle tensioni che si ritiene non debbano essere superate dall'utente. Il funzionamento del blocco "BC" non può essere disabilitato. L'uscita del blocco BC è posta in ingresso al nodo sommatore e consente al segnale FB di assumere un valore "anomalo" per il regolatore primario. Quando il segnale FB risulta essere V_{ref}^+ (con questa simbologia si indica un qualsiasi valore superiore a V_{ref}) il blocco regolatore CP ha al suo ingresso un valore negativo "elevato"; il regolatore CP riduce il tempo di apertura e chiusura dello switch in modo da limitare la potenza elettrica che si trasferisce dal regolatore primario al secondario.

Il blocco denominato "DIFF" esegue la differenza tra il valore di riferimento V_{ref} ed il valore di feedback (FB) proveniente dal nodo sommatore S1.

Il nodo sommatore S1 effettua la somma dei segnali provenienti dai nodi P1, P2, P3 e BC.

I primi tre nodi (P1, P2, P3) sono dei nodi moltiplicatori che consentono il trasferimento o il blocco del segnale di retroazione proveniente dai regolatori secondari di tensione o di corrente. In particolare, il P1 effettua il prodotto tra

Handwritten signature: R. GP. EL. LB. S/7

del suo ingresso con la variabile logica d_1 , il blocco P2 effettua il prodotto del suo ingresso con la variabile logica d_2 , il P3 effettua il prodotto del suo ingresso con la variabile logica d_3 .

I blocchi DS1, DS2 e DS3 sono i blocchi di condizionamento e misura della tensione ai capi dei regolatori di corrente/tensione secondari e del segnale V_{sec} . In particolare, al valore del potenziale V_{sec} viene sottratto il valore del potenziale a valle della resistenza equivalente R_x . Questa misura consente di minimizzare a piacimento la potenza dissipata da R_x in base ai vincoli imposti dall'implementazione reale del circuito di regolazione secondaria.

Il blocco CP è il controllore primario del regolatore a commutazione per il calcolo del segnale modulato in ampiezza atto a pilotare l'interruttore elettronico indicato come SW.

Solo uno dei segnali logici d_1 , d_2 e d_3 può essere alto e (normalmente) sono mutuamente esclusivi.

Sia per il CM che per il VM, la regolazione è di tipo lineare ed agisce come una resistenza variabile al fine di consentire l'inseguimento del riferimento da parte della corrente o della tensione, in base alla configurazione stabilita dall'utente sui canali del dip switch (SW_CONF). Nella modalità PVM i regolatori secondari sono disabilitati ed il carico è collegato direttamente all'uscita del regolatore di tensione primario. Il segnale FB è proprio la tensione V_{sec} .

Se nessuna modalità operativa è selezionata, ovvero, se nessun carico è collegato al dispositivo, quest'ultimo si spegne appena supera la soglia di tensione massima ammissibile al secondario.

Una possibile implementazione circuitale dell'alimentatore UNI-VI (modalità CM, PVM) è riportata in Figura 3.

L'alimentatore è realizzato impiegando un trasformatore ad alta frequenza collegato ad un interruttore elettronico. Le commutazioni di tale componente sono stabilite da un segnale modulato in ampiezza (PWM) e generato attraverso un opportuno controllore al primario. Tale segnale entra in un blocco di condizionamento (driver) per determinare i comandi di apertura e chiusura dell'interruttore controllato. La strategia di controllo per la generazione del segnale modulato in ampiezza agisce sul suo duty cycle in virtù di una retroazione (precedentemente descritta) sul secondario del trasformatore, riportata al primario mediante un accoppiamento ottico. L'ingresso dell'alimentatore è la tensione di rete (230 VAC a 50Hz), opportunamente rettificata e stabilizzata per determinare la tensione V_H sul primario del trasformatore. L'interruttore elettronico stabilisce l'immagazzinamento dell'energia al primario ed il suo successivo trasferimento al secondario, mentre una rete di snubber al primario permette di dissipare l'energia immagazzinata nell'induttanza di dispersione (leakage inductance) quando l'interruttore non è in conduzione. Il secondario del trasformatore è collegato ad un regolatore di corrente lineare che fornisce al carico a LED la corrente nominale; il riferimento corrispondente viene stabilito dall'utente selezionando una configurazione su un dip-switch. Sul medesimo circuito sono riportati due connettori (J5 e J6) per l'attacco, rispettivamente, di un carico a LED da pilotare in tensione e di un carico in corrente. La scelta dei riferimenti avviene mediante un DIP SWITCH a quattro canali; due servono per selezionare i riferimenti in corrente ed i restanti sono impiegati per i riferimenti in tensione. In particolare, la scelta dei riferimenti avviene come mostrato nella tabella che segue (indicando i canali dall'alto verso il basso in ordine crescente):

Ch. On	Ch. OFF	Rif
1	2-3-4	500 mA

Handwritten notes: *EL*, *CP*, *LR*, and *6/7*.

2	1-3-4	350 mA
-	1-2-3-4	700 mA
3	1-2-4	12 V
4	1-2-3	24 V

Al primario del dispositivo di accoppiamento ottico è collegato anche il riferimento in tensione scelto, nel caso in cui l'utente intende realizzare un bus di tensione. In questo modo, in base alla differenza di potenziale creata fra tensione sul secondario e riferimento in tensione, si attiva o meno la conduzione di questo dispositivo per la determinazione del segnale modulato in ampiezza.

Infine, un ulteriore collegamento sul primario del dispositivo di accoppiamento ottico è quello di un limitatore di tensione, che garantisce una soglia massima sulla tensione di alimentazione al secondario. Di conseguenza, questo consente un'adeguata gestione di un'eventuale assenza di carico (il controllo, in tale circostanza, prevede lo spegnimento del dispositivo).

Handwritten signature: R. GP EL RB

Rivendicazioni

1. Il convertitore elettronico primario ha l'obiettivo della regolazione della tensione ai capi dei regolatori secondari ad un valore di riferimento indicato come V_{ref} con il vincolo di non superare una massima tensione d'uscita;
2. La corrente e/o la tensione in uscita dall'alimentatore sono determinati dall'interazione di un convertitore elettronico primario in tensione con un regolatore serie di corrente o tensione che interagiscono sulla base di un segnale ottico e elettrico di valore proporzionale alla caduta di tensione del regolatore serie secondario stesso pesata da un termine binario d , che rappresenta lo stato dello switch relativo alla modalità di funzionamento che si intende impostare;
3. In particolare, il segnale di retroazione è costituito dalla somma dei seguenti termini: *i*) il prodotto tra il segnale di abilitazione del controllo in corrente e la caduta di tensione ai capi del regolatore lineare di corrente, *ii*) il prodotto del segnale di abilitazione del controllo in tensione e la caduta di tensione ai capi del regolatore lineare di tensione, *iii*) prodotto tra la condizione di superamento della massima tensione assoluta prodotta dal regolatore primario e un valore fittizio superiore a V_{ref} ;
4. I segnali di abilitazione per il controllo in corrente o in tensione, i valori di riferimento per la corrente e/o la tensione vengono determinati sulla base della configurazione impostata dall'utente su appositi interruttori.
5. In condizioni nominali di funzionamento il regolatore associato al convertitore primario determina l'uscita da attuare sulla base della retroazione ed in particolare della misura della caduta di tensione sul regolatore secondario che in quel momento è in uso, regolandola su un valore prefissato;
6. La finalità del convertitore primario è quella di consentire il corretto funzionamento del regolatore secondario ad un adeguato livello di tensioni per garantirne la corretta polarizzazione.
7. Il convertitore elettronico secondario (low-dropout regulator LDO) ha l'obiettivo della regolazione precisa e non rumorosa della corrente/tensione del carico e compensa le fluttuazioni di tensione dovute alle commutazioni del convertitore elettronico primario attraverso l'aumento o la diminuzione della sua resistenza equivalente;
8. Il regolatore secondario determina il riferimento di corrente o di tensione in base alla configurazione operata dall'utente ed il regolatore primario imposta adeguatamente l'alimentazione della serie a valle composta dal regolatore serie secondario e dal carico;

LB GP Z LB

9. La corrente di riferimento per il carico del regolatore secondario viene impostata dall'operatore nella parte del circuito elettrico a valle del trasformatore (nella zona del regolatore secondario) in sicurezza dalla rete elettrica, la configurazione dei commutatori determina indirettamente anche il funzionamento del regolatore primario;
10. Il regolatore di tensione primario ha un vincolo sulla massima tensione alla sua uscita che consente di gestire adeguatamente sia la condizione di assenza di carico collegato al dispositivo che di eccessivo assorbimento di potenza dello stesso; questo consente di evitare il superamento di una tensione massima sul carico.

GP EL LB

Figura 1

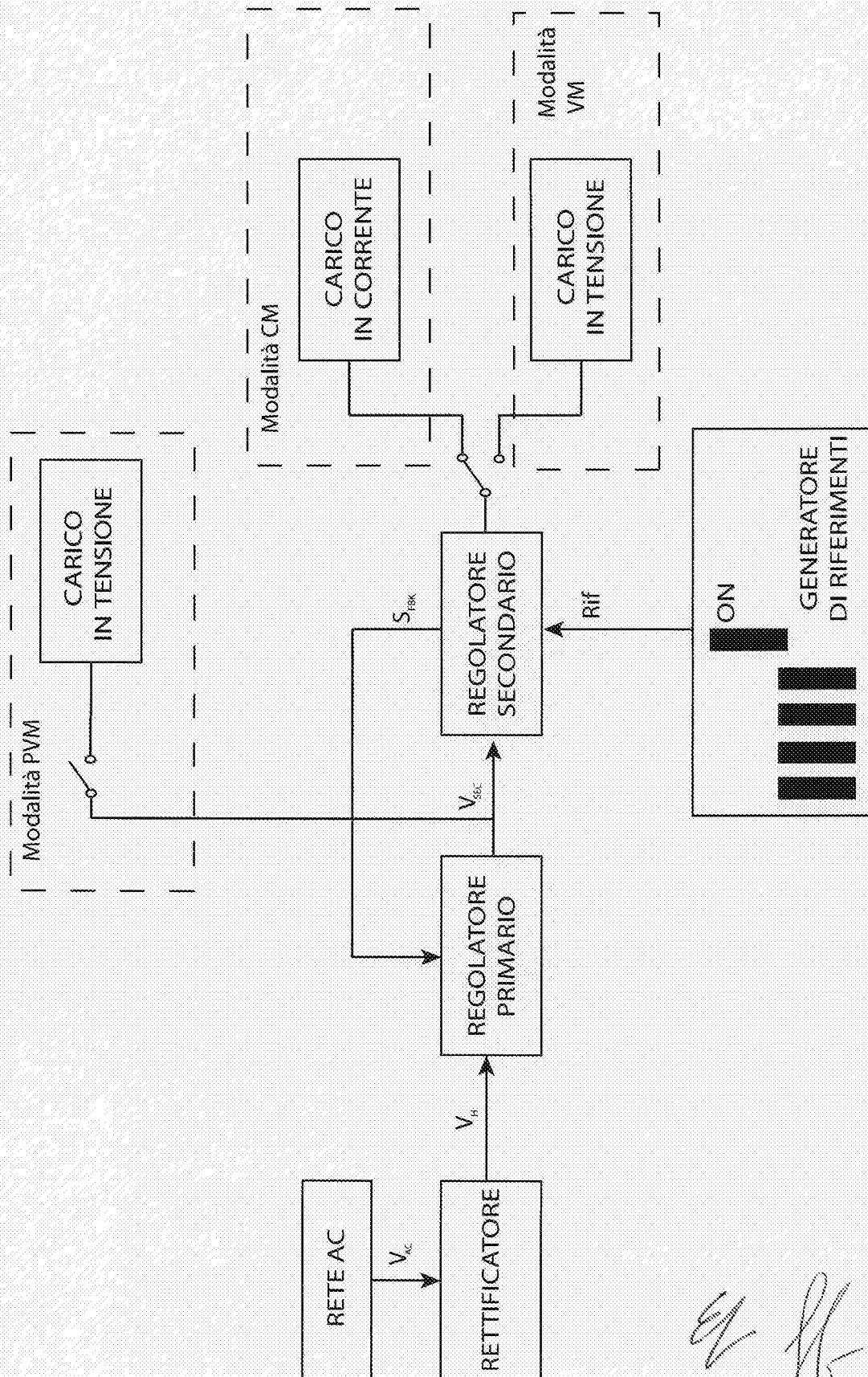


Figura 1

GP L.B

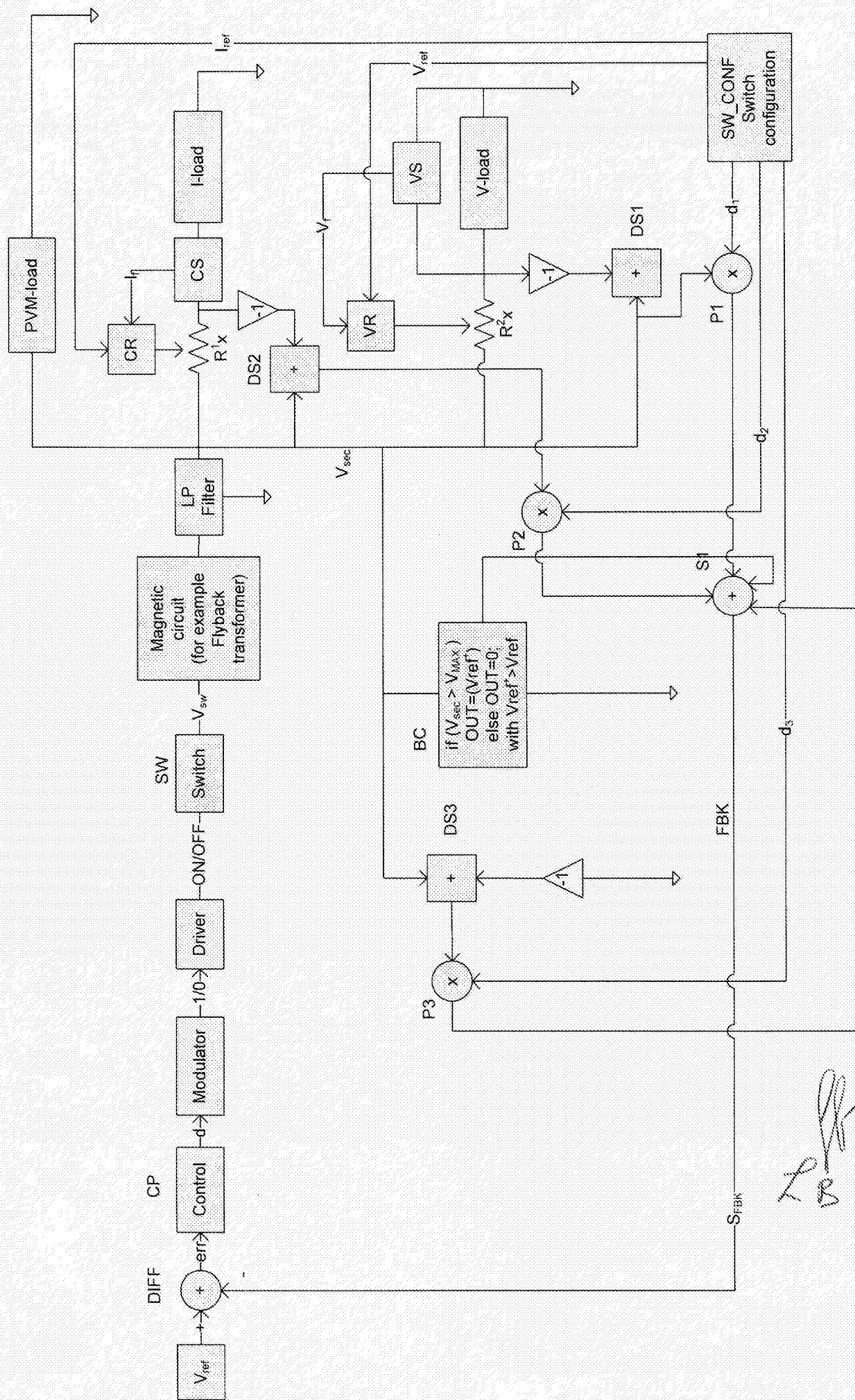


Figura 2

Handwritten signature: L.B. E. G.P.

