

Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato

MORETTO

Via Apollonio n° 21 BRESCIA

# ***LUCI PSICHEDELICHE***

Gruppo di lavoro :

GALLI FILIPPO

PEA MIRKO

Classe 5AI TIEE

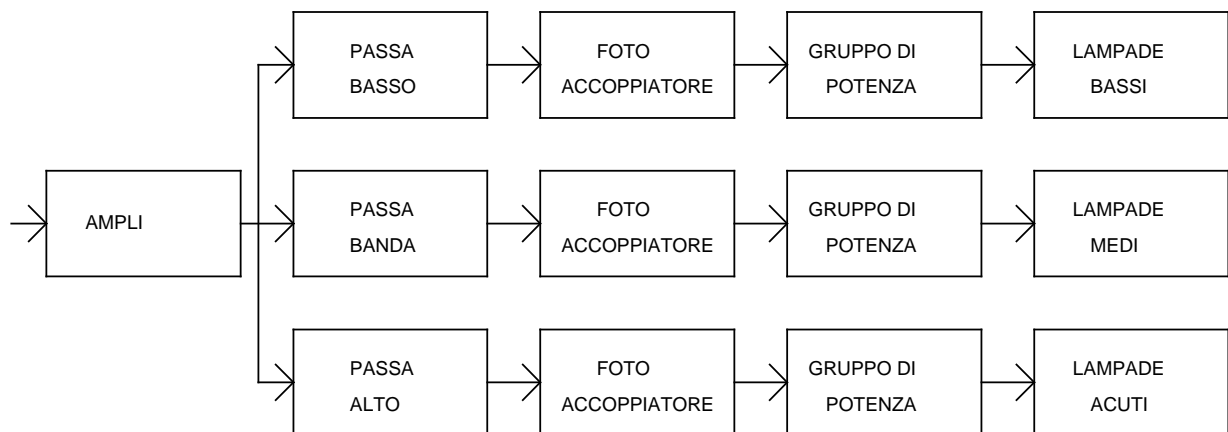
corso per Tecnici delle Industrie Elettriche ed Elettroniche

anno scolastico 1997/1998

## **INDICE:**

SCHEMA A BLOCCHI : .....	3
INTRODUZIONE: .....	3
1° BLOCCO: .....	3
2° BLOCCO: .....	4
<i>Filtro passa basso</i> .....	5
<i>Filtro passa banda</i> .....	6
<i>Filtro passa alto</i> .....	7
3° BLOCCO: .....	7
4° BLOCCO: .....	8
SCHEMA ELETTRICO: .....	11
SPIEGAZIONE DEL CIRCUITO:.....	11

## **SCHEMA A BLOCCHI :**



### **INTRODUZIONE:**

Questo circuito è costituito da un filtro di banda ad amplificatore operazionale, di modo che in ingresso possiamo applicare il segnale di un qualsiasi preamplificatore, o direttamente i terminali di un altoparlante, o quelli di una presa auricolare di una radio o di un mangianastri. Dall'uscita di quest'amplificatore, il segnale di BF giungerà nei tre filtri: il primo, filtro passa basso, in grado di lasciare passare solo le frequenze inferiori ai 300 Hz; il secondo, un filtro passa banda, in grado di lasciare passare solo le frequenze comprese tra un minimo di 300 Hz e un massimo di 3000 Hz; ed il terzo, un filtro passa alto, in grado di lasciare passare tutte le frequenze superiori a 3000 Hz. All'uscita dei filtri sono collegati tre fotoaccoppiatori, che servono per isolare i gruppi di bassa potenza da quelli d'alta potenza. Il gruppo di potenza, è costituito da un transistor che ha il compito di amplificare la corrente in uscita dal fotoaccoppiatore e da un triac che andrà a pilotare le lampade, fungendo da relè. In base al segnale d'ingresso si accenderanno le lampade dei bassi-medi-acuti miscelandosi in continuità creando un fantasmagorico ed eccitante gioco di colori.

### **1° BLOCCO:**

Il primo blocco è costituito da un filtro di banda ad amplificatore operazionale di modo che applicando un segnale con frequenza interna alla banda passante preleveremo in uscita un segnale amplificato con le semionde positive e negative invertite di polarità cioè sfasate di 180°. La massima tensione d'uscita non potrà mai superare il valore della tensione di alimentazione meno 4 volt circa. Questo significa che se noi alimentiamo il nostro amplificatore operazionale a 16 volt

non potremo mai prelevare segnali superiori ai 12volt picco picco. La funzione di trasferimento è

data dalla seguente formula:  $A_{(s)} = -\frac{Z_2}{Z_1}$  ove

$$Z_1 = R_2 + \frac{1}{sC_1} \quad ; \quad Z_2 = R_3 // \frac{1}{sC_3} \quad \text{ne segue:}$$

$$A_{(s)} = A_o \cdot \left[ \frac{(sC_1 \cdot R_3)}{(sC_1 \cdot R_2 + 1) \cdot (sC_3 \cdot R_3 + 1)} \right]$$

$A_o = -\frac{R_3}{R_2} = 7$  guadagno in banda, mentre la banda passante dell'amplificatore è ricavabile dalla

qui presente formula:  $B = \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \frac{1}{R_3 \cdot C_3} - \frac{1}{R_1 \cdot C_1} \right)$  sostituendo con i valori dei componenti si ottiene

una banda passante di 86 kHz quindi un filtro a larga banda, poco selettivo. Il segnale di uscita non entrerà mai in distorsione perché non arriverò mai alla frequenza massima senza avere distorsione, che è data dalla seguente formula:

$$F_{\max} = \frac{sR}{V_{U \max} \cdot 2\pi}$$

dove SR (Slew-Rate), espresso in Volt/microsecondi, indica la massima velocità di variazione della tensione di uscita dell'operazionale quando sull'ingresso è applicato un segnale ad onda quadra di ampiezza elevata e quindi ci dice quanto si inclinerà tale spigolo e più esso è elevato più riusciremo ad amplificare senza distorsione segnali sinusoidali di frequenza elevata, ottimo per amplificatori Hi-Fi.

La frequenza massima che otterremo risulterà circa 345 kHz dato che SR per l'integrato TL.084 è 13 V/microsec. e  $V_{umax}$  è di 6 Volt, però questa frequenza verrà tagliata dalla banda passante del filtro.

## 2• BLOCCO:

I tre filtri usati sono del tipo VCVS; esiste una struttura circuitale base formata da un circuito amplificatore e da alcune impedenze, dalla quale è possibile ottenere uno dei tre effetti filtranti: passa basso, passa alto, passa banda, sostituendo alle impedenze rispettivamente condensatori, resistenze cortocircuiti e circuiti aperti. La funzione di trasferimento generale dei filtri VCVS è:

$$A(s) = \frac{V_u}{V_i} = \frac{A_v \cdot Y_1 \cdot Y_2}{(Y_3 + Y_5) \cdot (Y_1 + Y_2 + Y_4) + Y_3 \cdot Y_5 - A_v \cdot Y_4 \cdot Y_3}$$

dove  $A_v$  rappresenta il guadagno in banda che è uguale a :  $A_v = 1 + \frac{R_b}{R_a}$ .

Sostituendo alle ammettenze i vari valori di ogni filtro, si ottengono tre diverse funzioni di trasferimento di cui ne mettiamo solo un tipo, quello del filtro passa basso. La funzione di trasferimento risulta:

$$A_{(s)} = \frac{A_v \cdot \frac{1}{R^2}}{\left(\frac{1}{R} + sC_6\right) \cdot \left(\frac{1}{R} + sC_5\right) + \frac{1}{R} \cdot sC_6 - sC_5 \cdot \frac{1}{R} \cdot A_v}$$

dove  $Y_1 = \frac{1}{R_6}$  ;  $Y_2 = 0$  ;  $Y_3 = \frac{1}{R_7}$  ;  $Y_4 = sC_5$  ;  $Y_5 = sC_6$  .

Sviluppando e raccogliendo la funzione di trasferimento si ottiene  $A_{(s)} = \frac{A_o \cdot \omega_0^2}{s^2 + 2z\omega_0s + \omega_0^2}$  .

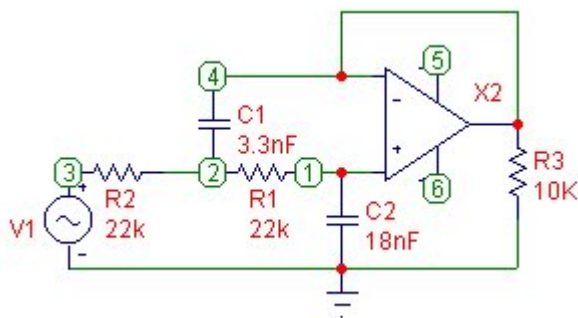
$A_o = A_v =$  guadagno in banda;

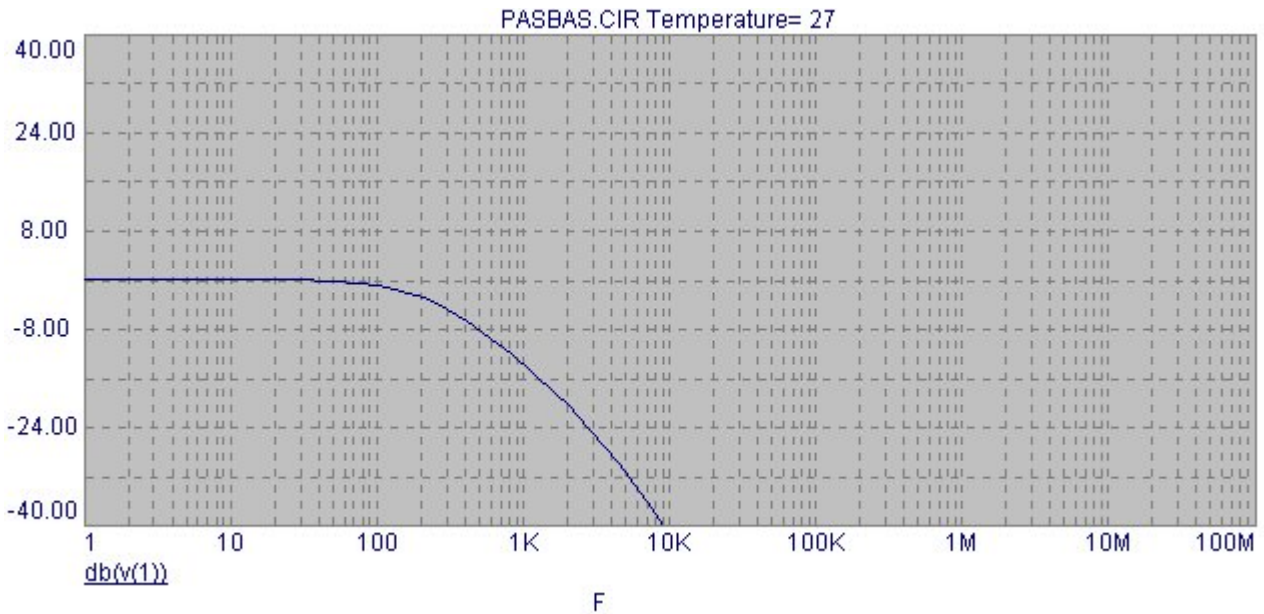
$\omega_0 = \frac{1}{RC} = \frac{1}{\sqrt{C_5 \cdot C_6 \cdot R}}$  = pulsazione di taglio;

$2z = \frac{1}{Q} = 3 - A_v = 2 - \frac{R_b}{R_a} =$  smorzamento.

Per ogni filtro servendoci del programma MC3 ci siamo ricavati il grafico relativo alla funzione di trasferimento ed abbiamo visto la banda passante la transition band e la stop band:

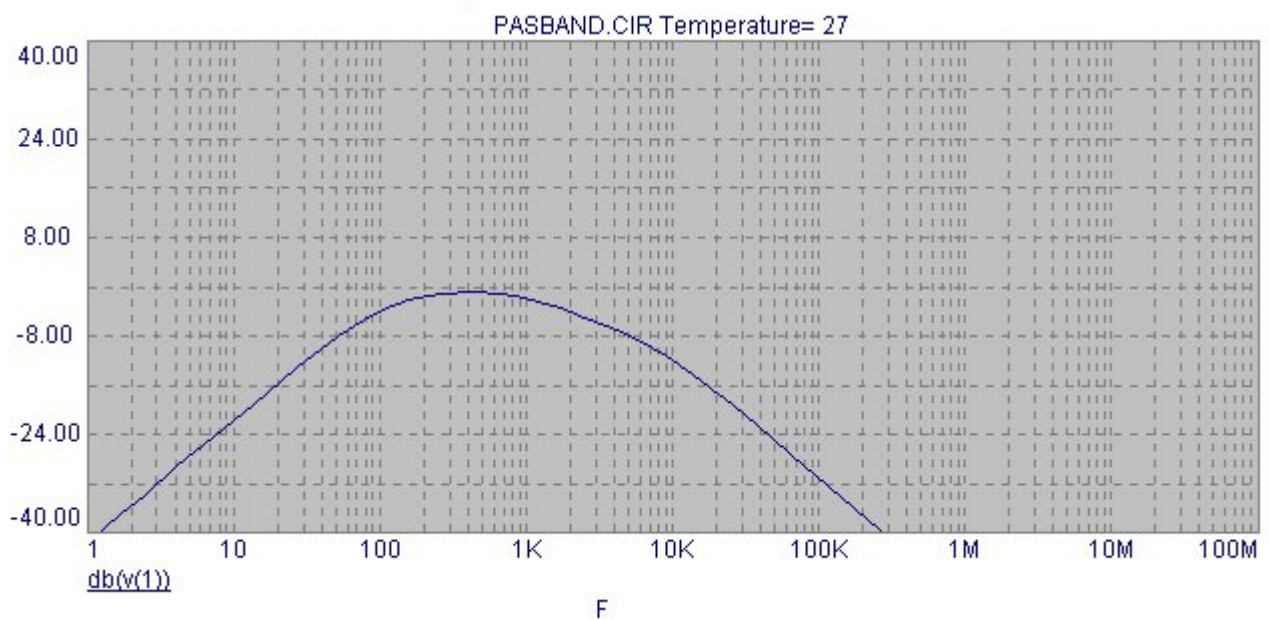
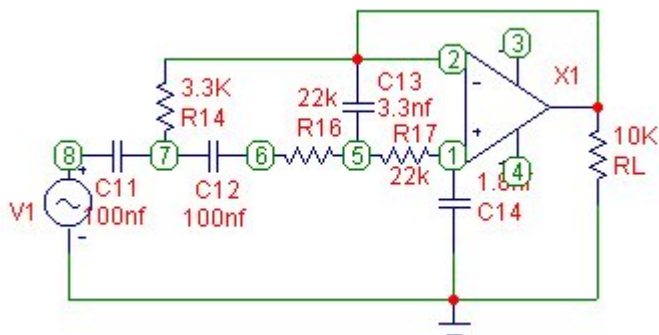
### Filtro passa basso





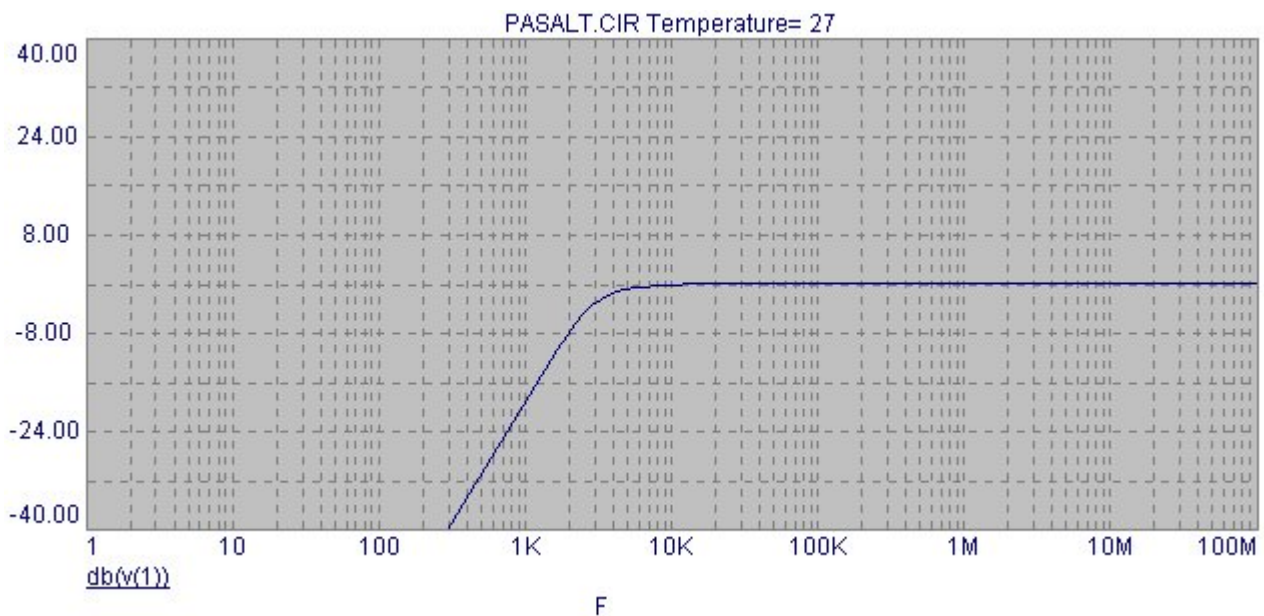
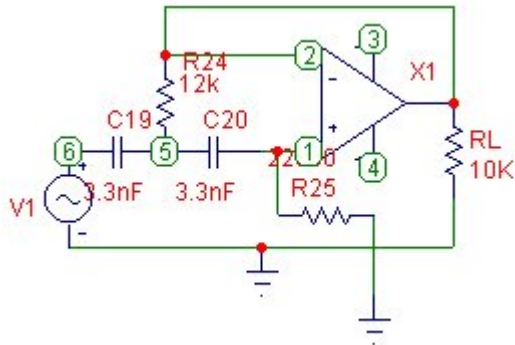
Dal grafico possiamo notare la frequenza di taglio del passa basso che corrisponde a circa 300 Hz dopodiché la curva scende con pendenza di 40 dB/decade.

### Filtro passa banda



Dal grafico possiamo notare che la frequenza di taglio inferiore è di circa 300 Hz mentre quella superiore è di circa 3000 Hz dopodiché la curva sale e scende con pendenza di 40 dB/decade.

### Filtro passa alto



Dal grafico possiamo notare la frequenza di taglio del passa alto che corrisponde a circa 300 Hz dopodiché la curva scende con pendenza di 40 dB/decade

### 3° BLOCCO:

Il terzo blocco è costituito da tre fotoaccoppiatori, collegati ognuno all'uscita di ogni filtro, contenuti in un'integrato 4N37. Sono costituiti da un diodo emettitore di radiazioni nell'infrarosso (IRED) e da un dispositivo fotorivelatore (generalmente un fototransistor); sono separati da un dielettrico che isola elettricamente i due componenti, ma è trasparente alla radiazione emessa dal diodo emettitore. Essi consentono pertanto di accoppiare due circuiti, separando però galvanicamente l'uscita dall'ingresso; le tensioni di isolamento variano da alcune centinaia a diverse migliaia di volt (da 500 V a 7500 V).

Il principio di funzionamento è il seguente. Il diodo emettitore di radiazioni all'infrarosso è polarizzato direttamente ed è percorso da una corrente  $I_F$ . L'energia della radiazione emessa attiva il funzionamento di un fototransistor la cui corrente di collettore  $I_C$  è proporzionale alla radiazione ricevuta e quindi alla corrente di polarizzazione diretta del diodo emettitore. Una resistenza di carico all'uscita, percorsa dalla corrente di collettore, consente di ottenere una tensione proporzionale alla corrente del diodo emettitore. La tensione di uscita è pertanto funzione della corrente del circuito d'ingresso, senza che vi sia continuità metallica tra uscita e ingresso. Alla base del funzionamento vi è un dispositivo che emette una radiazione luminosa proporzionale al segnale da trasferire (led) ed un dispositivo fotosensibile (fotodiodo o fototransistore), che raccoglie la radiazione e la trasforma nuovamente in segnale elettrico. I principali vantaggi sono: capacità di isolamento, piccolo ingombro, robustezza ed affidabilità, basso consumo, facilità di impiego con le varie famiglie logiche, velocità di risposta, capacità di trasferimento di corrente con buone caratteristiche di efficienza e linearità.

#### **4° BLOCCO:**

Il quarto blocco è un gruppo di potenza ed è costituito da un transistor NPN di tipo BC.238, che serve per amplificare la corrente di uscita dal fotoaccoppiatore altrimenti non riuscirebbe ad eccitare il gate del triac. La corrente di uscita dal fotoaccoppiatore dovuta alla luce del diodo emittente ( $I_{CBO1}$ ) veniva amplificata mediante la seguente formula:

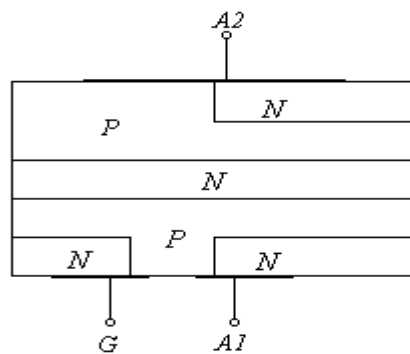
$$I_C = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot I_{CBO1}$$

dove  $I_C$  è la corrente che entra dal collettore del transistor NPN,  $\beta_1$  è il guadagno di corrente del fototransistor e  $\beta_2$  è il guadagno di corrente del transistor NPN; nella connessione in cui sono collegati i due transistor (vedi schema elettrico), denominata Darlington il guadagno di corrente è

dato dal prodotto dei due guadagni  $\beta_1 \cdot \beta_2$  e ciò permette di avere una buona amplificazione di corrente. Un'altra espressione della corrente è data da:

$$I_C = \beta_2 \cdot CTR \cdot I_F$$

dove  $I_F$  è la corrente che circola nel diodo emittente,  $\beta_2$  guadagno di corrente del transistor NPN, CTR è il guadagno del fotoaccoppiatore. Altri componenti che costituiscono il quarto blocco sono un triac da 400 volt e 6 ampere diodi al silicio e diodi zener. Il triac è un dispositivo a semiconduttore realizzato mediante 5 zone di drogaggio di tipo NPNPN, più un'ulteriore giunzione di tipo N, in cui è applicato l'elettrodo di gate, come si può vedere nella figura sottostante.



Il triac ha la proprietà di condurre cariche elettriche in entrambi i versi, cioè dall'anodo1 (che corrisponde al catodo di un SCR) all'anodo 2 (che corrisponde all'anodo di un SCR) e viceversa, ed inoltre il fenomeno di conduzione può essere comandato mediante impulsi di corrente in gate. Si può osservare che gli impulsi forniti al gate per innescare la conduzione hanno normalmente la stessa polarità dell'anodo 2. Cioè se  $A_2$  è positivo rispetto ad  $A_1$ , si ottiene la conduzione del triac, in corrispondenza di una certa tensione applicata, portando il gate a potenziale positivo rispetto ad  $A_1$ ; viceversa se  $A_1$  è positivo rispetto ad  $A_2$ , si ottiene la conduzione di corrente attraverso il dispositivo, fornendo al gate un impulso di verso opposto al precedente, questo perché il triac a causa della sua struttura fisica non simmetrica presenta una maggiore sensibilità all'innescio nel *I* quadrante con  $V_G$  positiva e nel *III* con  $V_G$  negativa. L'interdizione del triac, che viene sempre utilizzato in circuiti in corrente alternata, si ottiene annullando la differenza di potenziale ai suoi capi, ed in generale facendo sì che la corrente che lo percorre scenda al di sotto del valore minimo di mantenimento  $I_H$ .

### Caratteristiche del triac:

Il triac ha due quadranti possibili di funzionamento:

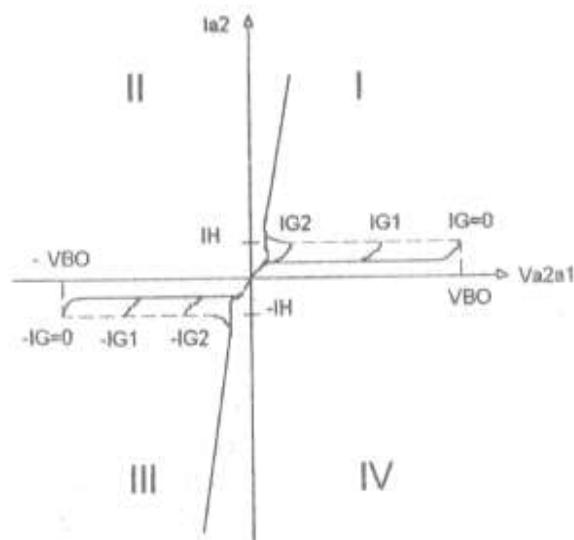
1. il quadrante *I* in cui sia la corrente anodica che la tensione anodica risultano positive insieme alla

corrente di gate;

2. il quadrante *III* in cui la corrente anodica, la tensione anodica e la corrente di gate risultano essere negative.

La tensione  $V_{bo}$  (tensione di break over) è la massima d.d.p. applicabile ai capi del diodo controllato. Il triac conduce solo se viene fatta circolare in gate una corrente opportuna (magari maggiore a quella di accensione) positiva o negativa a seconda del quadrante in cui il dispositivo si trova a funzionare.

### Caratteristica: $I=f(V)$

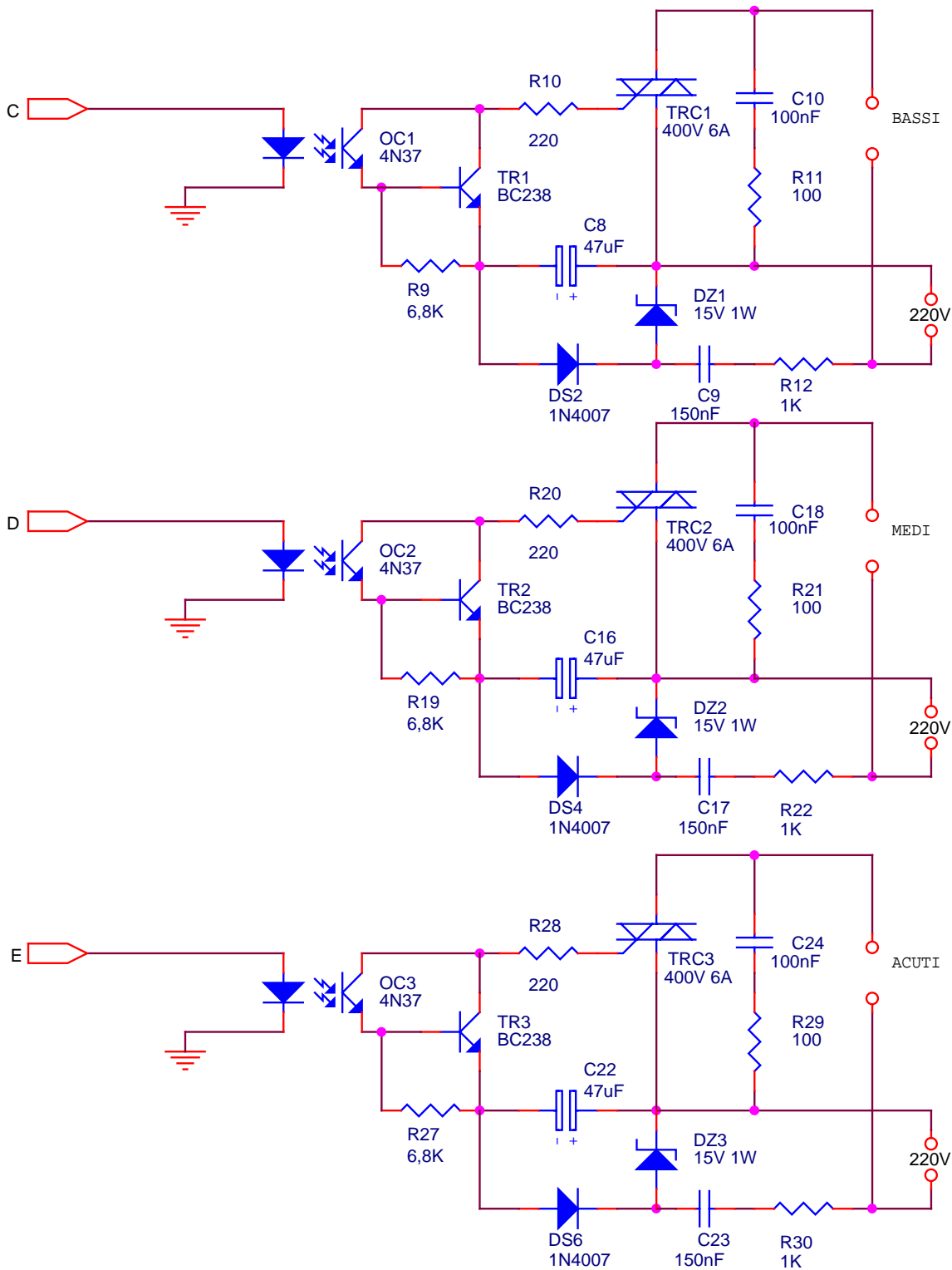




negativo dei 16 volt dell'alimentatore ci ritroveremo con una tensione di  $-8$  volt e sul piedino 5 con unatensione di  $+18$  volt. Dall'uscita di questo operazionale il segnale raggiungerà i tre potenziometri R4, R13 ed R23 necessari per equilibrare il livello del segnale sui tre canali bassi, medi e acuti.

Per separare dal segnale la banda delle frequenze, utilizzeremo altri tre operazionali, contenuti sempre nell'integrato TL.084 come filtri passa-alto, passa-banda e passa-basso. Sfrutteremo il primo operazionale IC1/B, per ottenere un passa-basso, in grado di lasciare passare solo le frequenze inferiori ai 300 Hz; il secondo operazionale IC1/C, per ottenere un filtro passa banda, in grado di lasciare passare solo le frequenze comprese tra un minimo di 300 Hz e un massimo di 3000 Hz; ed il terzo operazionale IC1/D, per ottenere un filtro passa alto, in grado di lasciare passare tutte le frequenze superiori a 3000 Hz. Pertanto sull'uscita di IC1/B saranno presenti tutte le frequenze dei bassi, sull'uscita di IC1/C saranno presenti tutte le frequenze dei medi, sull'uscita di IC1/D saranno presenti tutte le frequenze degli acuti, che sfrutteremo per pilotare il diodo fotoemittente contenuto nell'interno dei fotoaccoppiatori OC1, OC2 e OC3.

Poiché su tali uscite è presente, oltre al segnale anche una tensione continua, è necessario utilizzare per l'accoppiamento dei condensatori elettrolitici, C7, C15 e C21, che trasferiranno sul diodo emittente il solo segnale di BF. Siccome soltanto le semionde positive verranno sfruttate per pilotare il diodo fotoemittente, mentre quelle negative, applicando a tale diodo una tensione inversa, lo danneggerebbero, dovremo eliminarle e tale funzione viene svolta dai diodi al silicio DS1, DS3 e DS5, collegati in parallelo al fotoemittitore ma in opposizione di polarità.



Sull'uscita del fototransistor ritroveremo lo stesso segnale applicato sul diodo emittente, che amplificheremo tramite un transistor NPN al silicio TR1, TR2 e TR3 che verranno alimentati singolarmente dalla tensione di rete di 220 volt tramite le resistenze R12, R22 e R30, e i condensatori C9, C17 e C23.

Tramite un diodo zener DZ1, DZ2 e DZ3, ed un diodo al silicio DS2, DS4 e DS6, questa tensione verrà raddrizzata e limitata ad un valore massimo di 15 volt e livellata poi da un condensatore

elettrolitico C8, C16 e C22, per ottenere una tensione perfettamente continua. Quindi quando il transistor NPN entrerà in saturazione nel gate entrerà una corrente, data approssimativamente dalla tensione ai capi dello zener circa 15 volt diviso una delle resistenze R10, R20 o R28. Facendo il calcolo questa corrente risulta di 68mA che ecciterà il gate e farà condurre il triac (alimentato con una tensione di rete di 220 volt) accendendo la lampada. Se non arriva più corrente al gate la lampadina si spegnerà.