



Il sito indipendente degli audiocostruttori Italiani

Presenta

IL TRASFORMATORE UNIVERSALE

By Mrttg

"Un solo componente magnetico per tanti amplificatori diversi"

Con un solo componente si possono realizzare amplificatori SE e PP con impedenze diverse semplicemente cambiando i collegamenti degli avvolgimenti.

Caratteristiche principali:

SE: 3K 5W @ 20Hz
5K 8W @ 30Hz

PP: 5K 10/15W @ 25 Hz
10K 10/15W @ 25 Hz

Ringraziamenti:

Il tutto hà preso forma grazie a persone appassionate che hanno dedicato tanto del loro prezioso tempo a questo:

Plovati con la sua competenza tecnica e per la grande pazienza durante gli infiniti confronti di idee.

Ivo che hà prodotto il bel programma OPT che lui molto spiritosamente definisce del tipo "cook receipt type".

Mariovalvola il monofonico e nostro prezioso ascoltone di riferimento.

Mbaudino l' uomo dalle mille domande e estensore di documentazioni preziose e dettagliate.

A tutte le persone di Audiofaidatè che ci hanno incoraggiato e sostenuto.

Indice

- 4- Il trasformatore universale
- 4- Genesi del progetto
- 5- Il dimensionamento
- 5- Un poco di tecnica
- 6- Impiego trasformatore
- 7- Tabella 1 calcolo rapporto impedenze
- 9- Connessione **A, B**
- 10- Connessione **C, D**
- 11- Connessione **E PP, E SE**
- 12- Connessione **F, G**
- 13- Connessione **H, I**
- 14- Connessione **L, M**
- 15- Connessione **N, O**
- 16- Uso documentazione
- 18- Note impiego trasformatore
- 18- Conclusioni

Il Trasformatore universale

Breve storia sulla nascita e sviluppo del "Trasformatore Universale", trasformatore di uscita completamente "open source", in pratica tutto il progetto è documentato basato su solidi presupposti tecnici e riproducibile avendo un minimo di mezzi a disposizione (direi un caso unico a livello mondiale in questo specifico segmento).

Questo progetto assieme a "Primo", "MyRef" e "MiniBax01" persegue la filosofia di **Audiofaidatè** di sviluppare progetti completamente documentati e che chiunque possa riprodurre (avendo tutte le informazioni disponibili).

Partendo da queste basi ognuno può sviluppare le sue soluzioni personali.

Genesi del progetto

Nel forum nessuno sa come prende corpo un'idea un po' utopistica: come realizzare un TU universale con una struttura semplice e flessibile.

Una specie di miraggio per lo sperimentatore audio un trasformatore di uscita che con poche variazioni ti permette al volo di sperimentare le circuitazioni più ardite. Un solo componente che permetta di "pasticciare" di ottimizzare l'amplificatore per poi farsi un trasformatore mirato e ad hoc.

Tecnicamente parlando un bel rebus da risolvere, creare un trasformatore abbastanza "universale" mantenendo buone prestazioni... richieste contrastanti.

I vari cervelli si mettono al lavoro dando sfogo a tutta la loro creatività... e grazie soprattutto a Ivo e Plovati vengono alla luce i Trasformatori Universali.

Inizialmente esistevano due versioni una su nucleo EI66 e una su EI96 e visto lo scarso interesse per amplificatori di bassa potenza il primo viene abbandonato.

Vengono realizzati alcuni improbabili campioni, fatte tante misure di laboratorio e finalmente un pezzo viene fornito a Mariovalvola.

Il buon Mario costruisce un amplificatore appositamente per testare il trasformatore universale a confronto con i mostri sacri giapponesi.

Con puntiglio e competenza porta avanti un test molto approfondito ed esaustivo.

Il risultato di tali prove lo trovate nell'articolo di Mario "Test TU universale", che non sfuggirebbe sulle più blasonate delle riviste del settore.

IL Trasformatore Universale EI96 di **Audiofaidatè** è pronto per la produzione di una piccola serie, con cui si cimenteranno i più ardimentosi.

Il dimensionamento

Le varie simulazioni sono state fatte con il bel programma OPT (scritto da Ivo un guru delle valvole e dei componenti magnetici).

Con l'uso di un cad come OPT, si possono confrontare soluzioni diverse e ogni variazione viene ricalcolata rapidamente evitando di fare tanti campioni.

Un poco di tecnica

Per comodità si userà la convenzione tipografica TUU per indicare il Trasformatore di uscita universale.

Si tratta di un trasformatore con 7 frazionamenti 4 primari e 3 secondari, scelti in modo da coprire le impedenze più comuni.

Il nucleo è un EI96 32*35 in lamierino M6 0.35 (tale materiale è uno standard per i trasformatori di uscita), viene costruito con un traferro di 0.45 mm (Gap default).

Il traferro può essere facilmente tolto e variato per adattarsi alle esigenze circuitali.

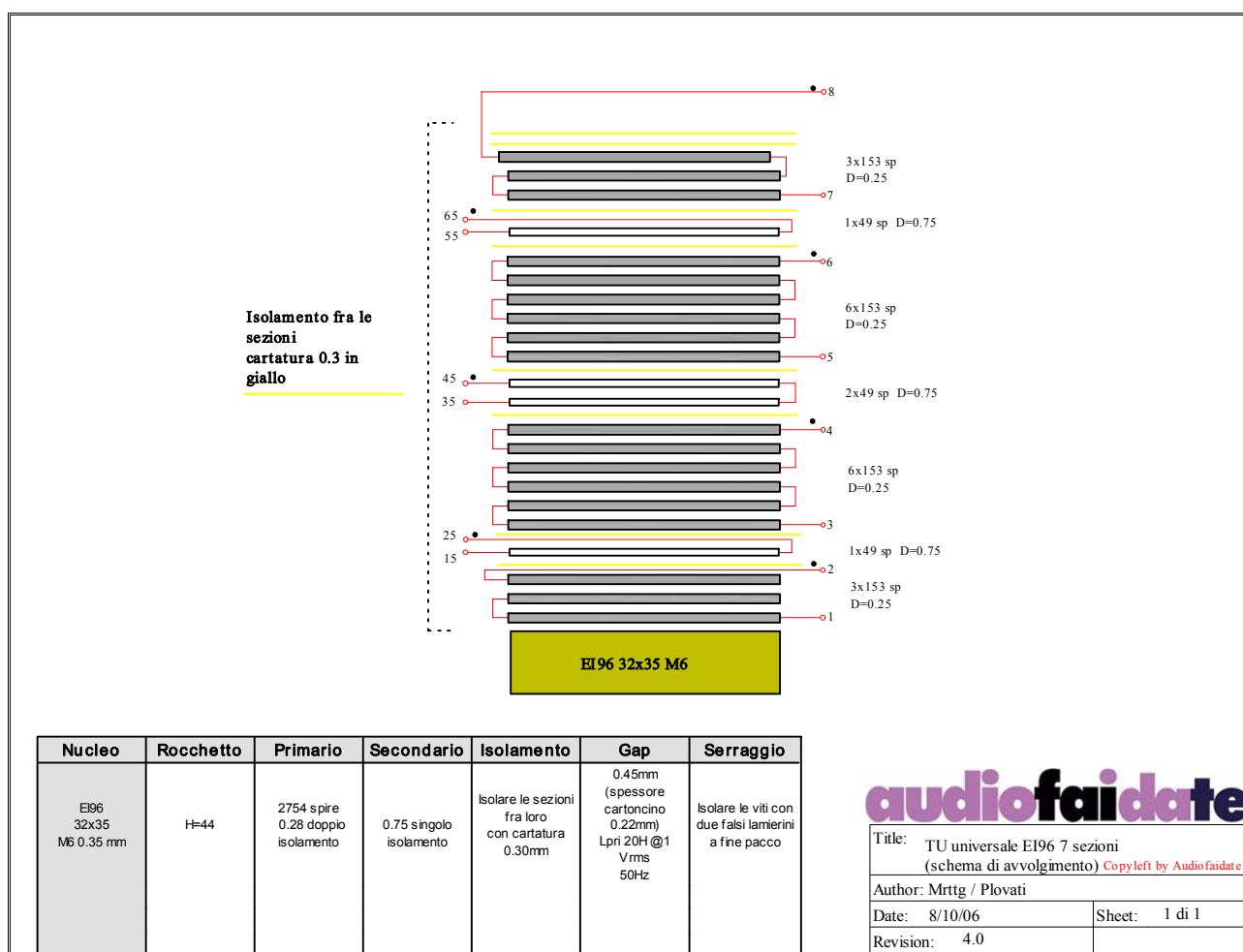


Figura 1

Lo schema costruttivo del TUU si può vedere in figura 1 dove sono riportate tutte le indicazioni per la realizzazione da parte dell'avvolgitore.

Impiego trasformatore

Sotto la tabella con tutti i dati fondamentali e nelle pagine seguenti i relativi schemi di utilizzo.

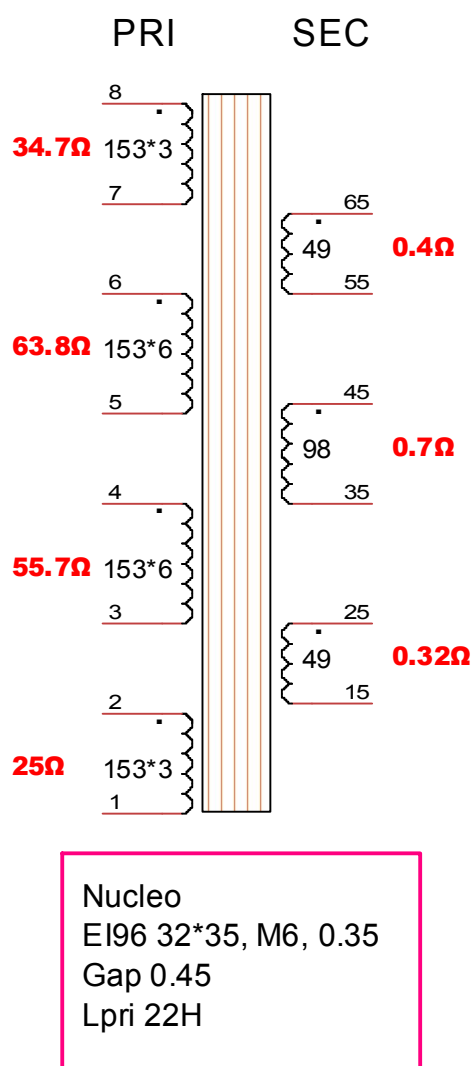


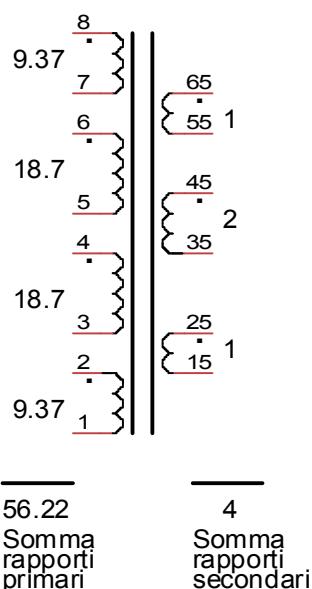
Figura 2

Facendo riferimento alla figura 2 si può vedere stilizzato il simbolo elettrico del TUU che useremo successivamente nei vari schemi di utilizzo.

Per ogni singolo avvolgimento sono indicate:

- le numerazioni (presenti sulle etichette che contraddistinguono le singole uscite sul componente fisico)
- L' indicazione della polarità (pallino nero)
- Numero di spire (nei primari espresso come spire * numero strati)
- Resistenza dell' avvolgimento (in rosso) che si utilizza nel calcolo delle perdite.

Schema semplificato x calcolo rapporti di impedenza



Per fare un rapido calcolo dei rapporti di impedenza basta riferirsi a figura 3 dove il rapporto di trasformazione è indicato per ogni singolo avvolgimento.

Ipotizzando che sia i primari che i secondari siano collegati in serie, basta sommare tutti i rapporti di trasformazione primari e otterremo 56.22 e tutti quelli secondari pari a 4.

In questo caso il rapporto di trasformazione varrà $56.22/4=14.055$

Figura 3

Per semplificare il lavoro di calcolo e di utilizzazione abbiamo realizzato la tabella 1 dove sono riportati i dati fondamentali di una serie di configurazioni che ritenute significative.

Nelle pagine successive sono mostrate le varie configurazioni elettriche per realizzare gli esempi specificati nella colonna “esempi di configurazione”

Tabella 1

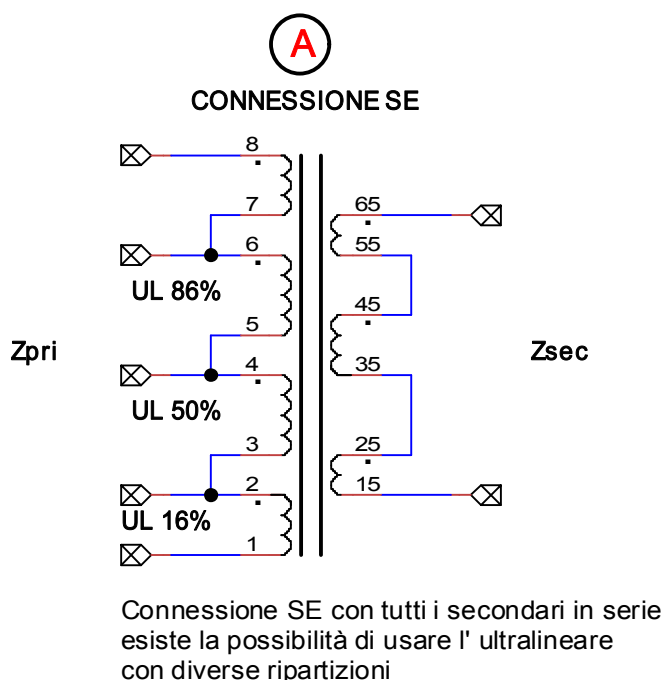
Trasformatore universale rapporto impedenze

										SE	PP		
Npri	Nsec	Npri/Nsec	Zpri	Zsec	Rdc pri	Rdc sec	Z'pri	perdite	Lpri (gap default)	Lpri (gap 0.06)	NOTE	Esempio di configurazione	
(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(Ohm)	(dB)	(H)	(H)			
2754	98	28.10	5054	6.4	179.2	0.235	5419	-0.61	22	113	5K/6 ohm	B,C,D	
2754	98	28.10	3080	3.9	179.2	0.235	3445	-0.97	22	113		B,C,D	
2295	98	23.42	3510	6.4	134.0	0.235	3773	-0.63	15	78	3.5K/6ohm	F	
2295	98	23.42	2139	3.9	134.0	0.235	2402	-1.01	15	78		F	
1836	98	18.73	2246	6.4	86.5	0.235	2415	-0.63	10	50	2.5K/6ohm high DC	G	
1836	98	18.73	1369	3.9	86.5	0.235	1538	-1.01	10	50		G	
2754	147	18.73	2246	6.4	179.2	0.58	2631	-1.37	22	113	2.5K/6ohm	E SE, E PP	
2754	147	18.73	1369	3.9	179.2	0.58	1753	-2.15	22	113		E SE, E PP	
2295	147	15.61	1560	6.4	134.0	0.58	1837	-1.42	15	78	1.8K/6ohm	F	
2295	147	15.61	951	3.9	134.0	0.58	1227	-2.22	15	78		F	
1836	147	12.49	998	6.4	134.0	0.58	1224	-1.77	10	50		H	
2754	196	14.05	3159	16	179.2	0.94	3524	-0.95	22	113	3.5K/16ohm	A	
1836	196	9.37	562	6.4	86.5	0.94	731	-2.29	10	50	700/6ohm high DC	N	
2852	49	58.20	21681	6.4	179.2	0.11	22250	-0.22	24	121	22K	I	
1836	49	37.47	8985	6.4	120.2	0.11	9267	-0.27	10	50	10K PP	L	
2295	655	3.50	7366	600	179.2	24.94	7851	-0.55	15	78	line out	M	
2754	196	14.05	6318	32	179.2	0.94	6683	-0.49	22	113	cuffia	A	
1934	918	2.11	44384	10000	120.2	59.00	44766	-0.07	11	56	interstadio 1:2 20mA	N	

Legenda simboli:

- N_{pri} numero spire primarie
- N_{sec} numero spire secondarie
- N_{pri}/N_{sec} rapporto di trasformazione
- Z_{pri} impedenza di carico primaria
- Z_{sec} impedenza secondaria
- $R_{cd\ pri}$ resistenza dell' avvolgimento primario in DC
- $R_{dc\ sec}$ resistenza dell' avvolgimento secondario in DC
- Z'_{pri} impedenza primaria comprensiva delle perdite primarie e secondarie
- Perdite sono le cosiddette perdite di inserimento
- L_{pri} induttanza primaria con secondario aperto nel SE è riferita al gap default (con cui viene fornito il trasformatore); in PP si intende senza gap con lamierini incrociati

Passiamo ora ad elencare alcuni esempi di configurazione ritenuti significativi



Connezione SE con tutti i primari in serie e tutti i secondari in serie.

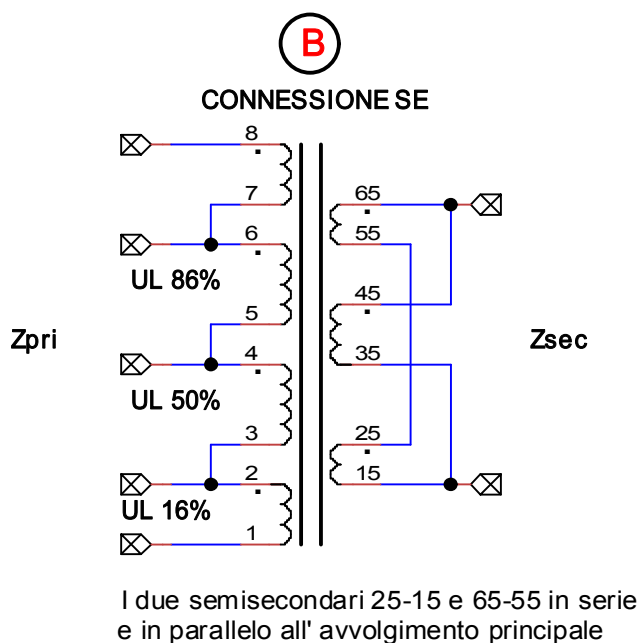
Sul trasformatore fisico il filo 8 sarà un uscita da collegare alla tensione anodica.

I fili 7-6 vanno uniti fra loro come le successive coppie 5-4 e 3-2.

Queste coppie di fili devono essere adeguatamente isolati con guaina termorestringente o eventualmente collegate con un filo all' amplificatore nel caso diventino una presa ultralineare.

Il filo 1 diventerà l' uscita da collegare alla valvola; si collega alla valvola l' avvolgimento più vicino al nucleo (vedi figura 1) perché è quello a minore capacità parassita.

Si veda figura 4 per un esempio di collegamento ad una valvola.



Connezione SE con un rapporto di impedenza diverso dal caso precedente.

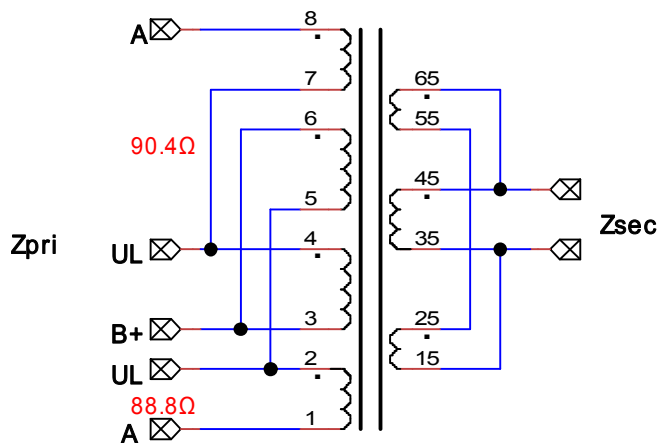
I due semisecondari 65-55 e 15-25 sono collegati in serie e il tutto collegato in parallelo all' avvolgimento principale.

Si noti come gli avvolgimenti in serie siano collegati la fine di uno con l' inizio dell' altro es. 55 con 35 (vedi pallino polarità); mentre gli avvolgimenti in parallelo con la stessa polarità 65 con 45 (entrambe con il pallino).

Con tale collegamento riferendoci a figura 3 la somma dei rapporti secondari diventa pari a 2.

(C)

CONNESSIONE PP



PP

Frà i due semiprimari esiste una leggera asimmetria trascurabile

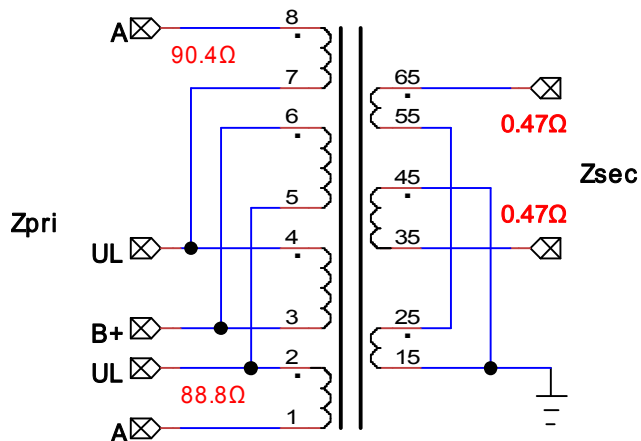
Questa configurazione è di tipo PP, previa eliminazione del gap e assemblaggio lamierini incrociati a pacchi di tre (se avete pazienza 1 a 1).

In rosso le resistenze dei due semiprimari sono leggermente diverse; come le componenti parassite (gli anodi delle due valvole sono collegate ad avvolgimenti distanziati diversamente dal nucleo).

Tutto questo è trascurabile tante realizzazioni commerciali non fanno uso della flangia intermedia.

(D)

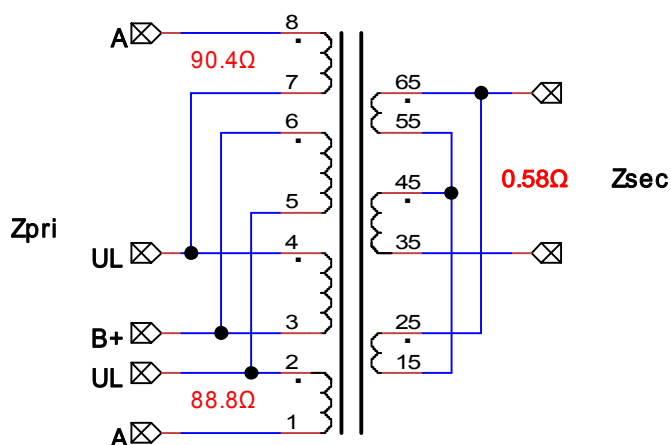
APPLICAZIONE C.F. BILANCIATO



Mettendo a massa il centrale del secondario, le capacità parassite sono distribuite meglio frà le due sezioni

Commento in elaborazione non sono chiari gli avvolgimenti da usare come CF??.

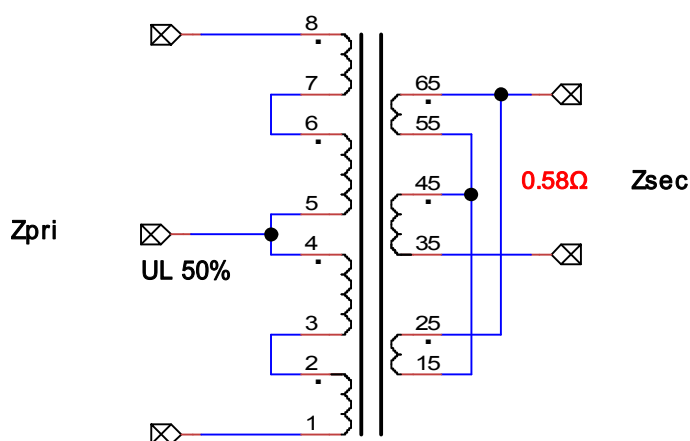
(E) PP



Connessione PP con il secondario principale in serie al parallelo degli altri due avvolgimenti.

E' possibile impiegarlo per una R_{aa} di $2.5K/6\Omega$

(E) SE

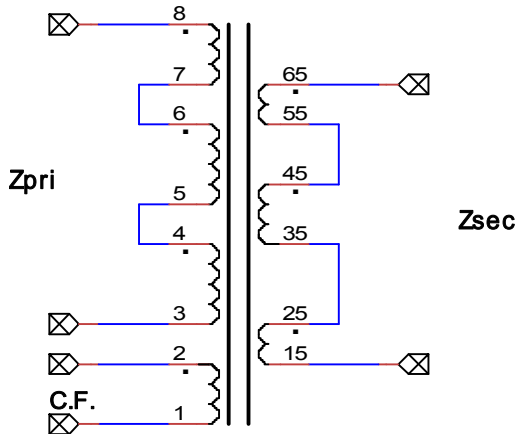


Connessione SE con il secondario principale in serie al parallelo degli altri due avvolgimenti.

Permette di realizzare un'impedenza di carico di $2.5K/6\Omega$

(F)

CONNESSIONE SE CON AVVOLGIMENTO X FEEDBACK ISOLATO

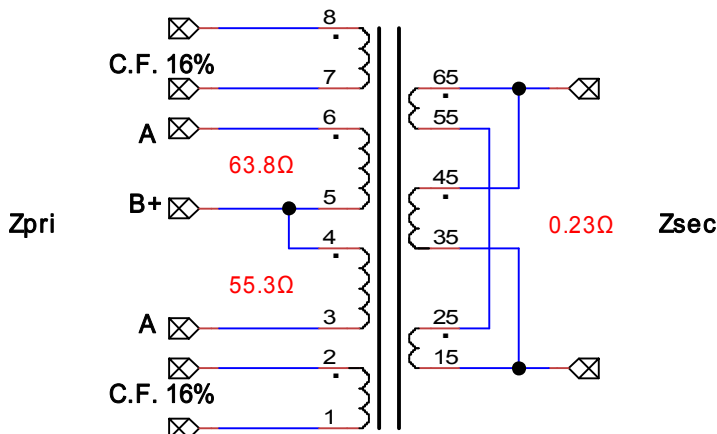


L' avvolgimento 2-1 se non si usa va collegato in parallelo a 8-7; rispettando le polarità

Connessione utilizzabile per SE con avvolgimento per feedback isolato (meno sensibile al carico del feedback tradizionale) Se tale avvolgimento non viene utilizzato va messo in parallelo a 8-7 rispettando le polarità.

(G)

CONNESSIONE

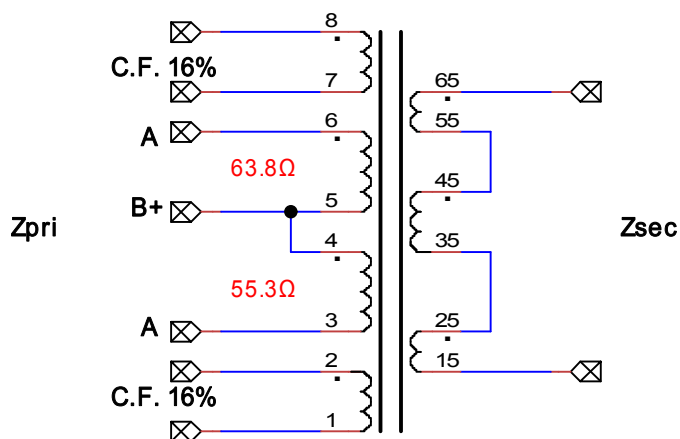


2,5K/6Ω in via teorica vista la bassa resistenza degli avvolgimenti può essere usato fino a correnti di 100 mA sia in PP che SE

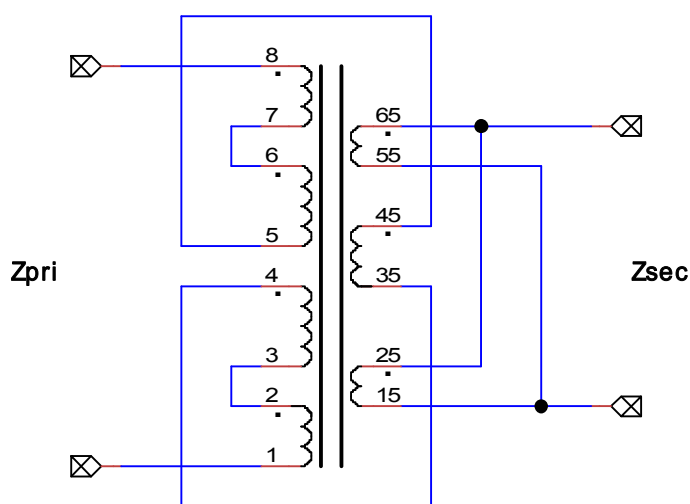
Connessione che presenta una bassa resistenza degli avvolgimenti primari e permette di fare 2.5K/6Ω. Da sperimentare con correnti fino a 100mA in PP o SE. Gli avvolgimenti CF qualora non utilizzati vanno connessi in parallelo e poi da valutare se portarli a V+ oppure a GND.



CONNESSIONE

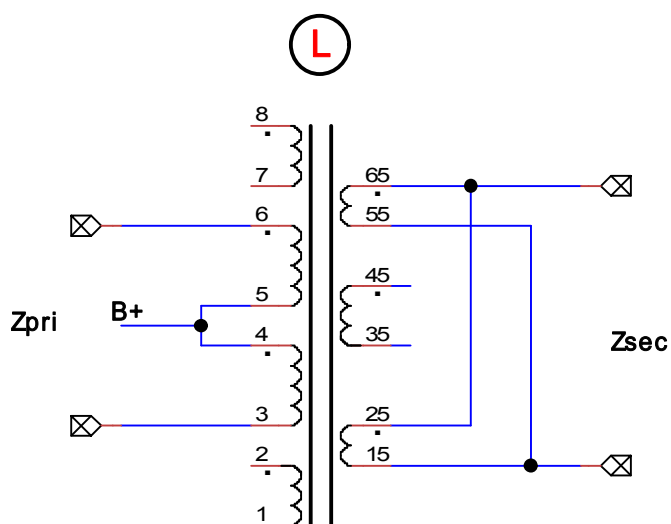


Questa connessione presenta una bassa resistenza sugli avvolgimenti primari è sperimentabile con correnti fino a 100mA

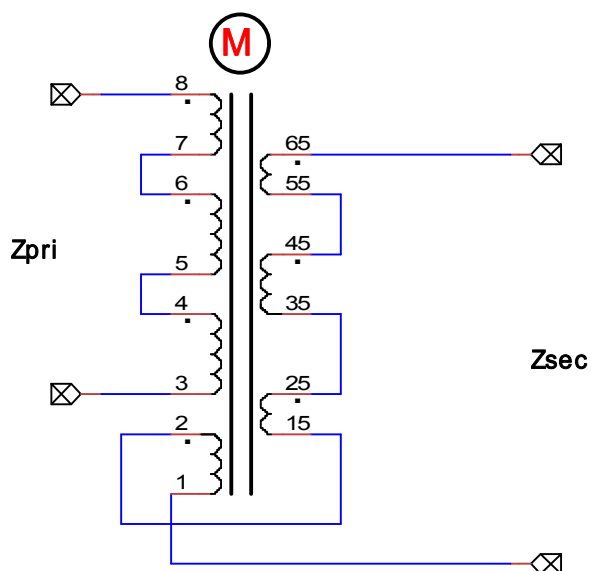


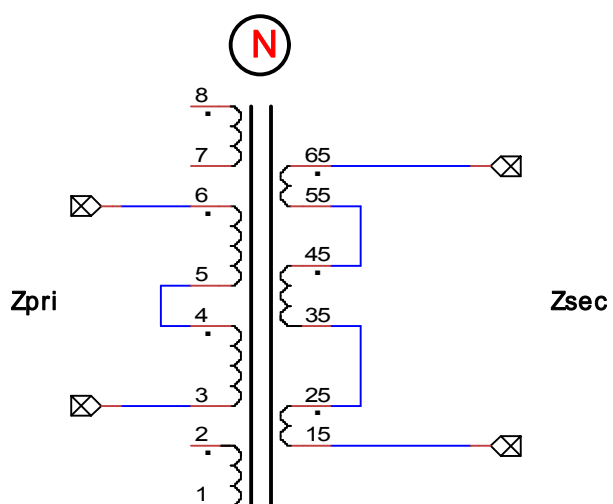
In questa connessione sono una porzione del secondario libera è stata connessa al primario per sfruttare tutte le spire disponibili, si consiglia di usare tale accorgimento con tensioni anodiche relativamente basse.

NB: avendo un secondario libero viene messo si usa in serie al primario per sfruttare tutte le spire disponibili

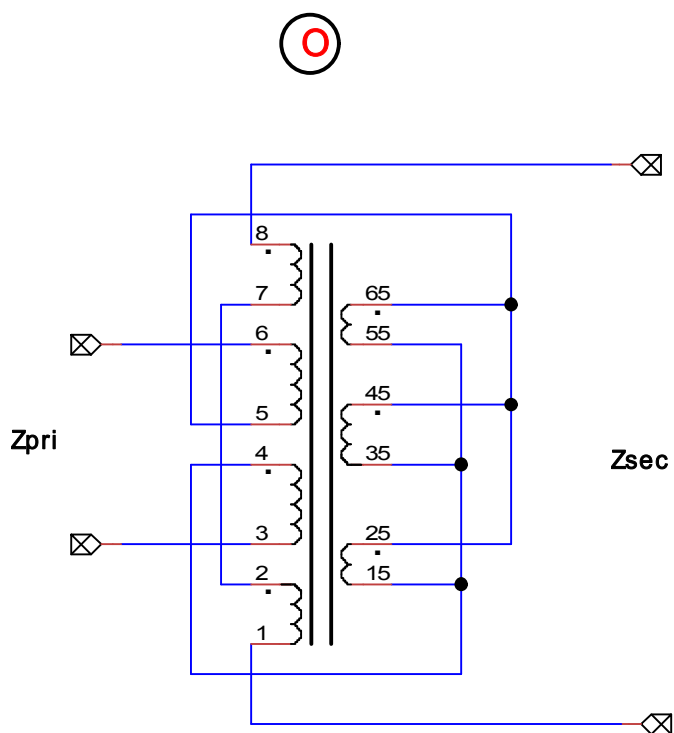


Avvolgimenti 8-7 e 2-1 nel caso non si usino
come feedback connettere in parallelo, rispettando
le polarità





Avvolgimenti 8-7 e 2-1 nel caso non si usino
come feedback connettere in parallelo,
rispettando le polarità



Uso documentazione

Ora valutiamo una applicazione pratica.

Quelli di seguito sono solo esempi indicativi, ognuno carica la valvola con l' impedenza che crede per questo motivo abbiamo evitato di inserire una qualsiasi corrispondenza frà TUU e valvole usabili (nonostante le richieste in questo senso).

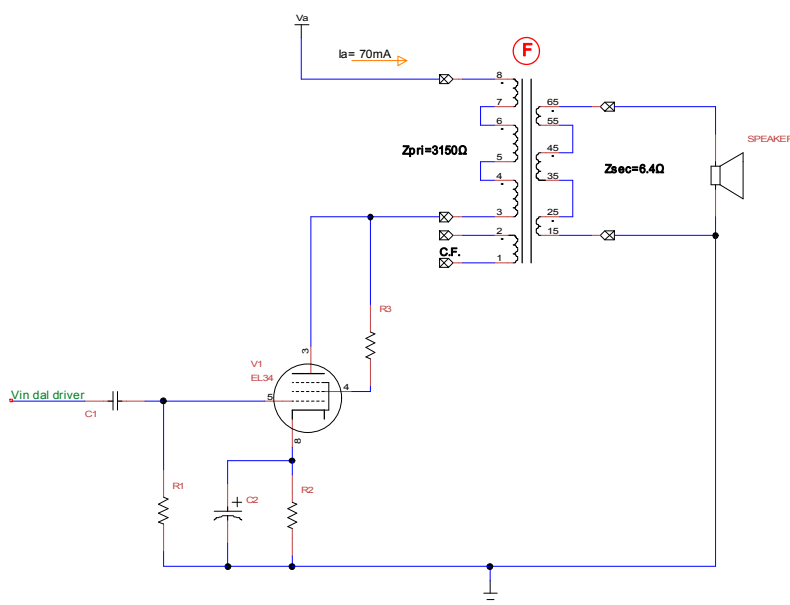


Figura 4

Ipotizziamo di avere una EL34 che vogliamo fare lavorare a pseudotriodo con 3.5 K di impedenza primaria e una I_a di 70 mA.

Dalla tabella 1 alla colonna Z_{pri} alla riga 6 troviamo 3510 Ω su 6,4 Ω (questa impedenza è un carico tipica dei diffusori moderni) e proseguendo sulla stessa riga alla colonna “esempi di configurazione” troviamo “F”.

Andando a pagina 13 troviamo lo schema di collegamento del trasformatore per avere l' impedenza richiesta; in pratica viene mostrato come collegare i fili che fuoriescono dal componente.

In tale configurazione è disponibile un avvolgimento per CF che se non utilizzato và collegato come da nota.

NB: è possibile usare le prese intermedie disponibili per un collegamento della valvola in ultralineare con diverse percentuali di ripartizione.

Ora ipotizziamo di volere usare una 300B/2A3 con impedenza di carico 5K e una I_a di 50 mA. Nella tabella si può vedere come alla riga 4 si ha 5054 Ω su 6.4 Ω e proseguendo sulla riga vediamo che si possono usare le configurazioni **B**, **C** e **D**.

Usiamo la connessione **B**, ora dobbiamo ricalcolare il gap (essendo la corrente I_a diversa da quella di default di 70 mA) e in questo caso ci viene in aiuto il programma OPT di Ivo.

Vediamo ora di fare un esempio usando un PP, uso come base l'interessante PP EL84 didattico di Audiog in via di sviluppo sul forum e precisamente al suo documento:

00_00_04_PPEL84_V01_2.doc.

Per tale amplificatore serve un trasformatore con una impedenza di circa 8K e consultando la solita tabella 1 si desume che la configurazione "**L**" fa al caso nostro.

In figura 5 è rappresentato lo schema del PP EL84 connesso a pentodo con il TUU in configurazione "**L**"; l'unico limite è dovuto al fatto di non poter realizzare la presa ultralinear. Restano disponibili due avvolgimenti terziari da sfruttare con un poco di fantasia.

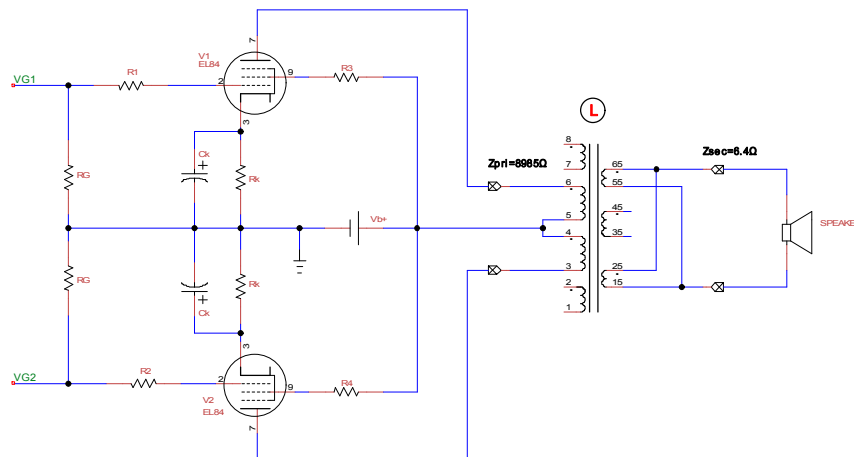


Figura 5

Note impiego trasformatore

SE

Il gap di default che a conti e misure fatte ci sembrava ottimale è 0,45mm.

In single ended, regge da 60 a 70 mA in continua per una potenza di uscita di 5W a 30Hz e Bmax inferiore a 1T (scelta molto conservativa; in molte realizzazioni commerciali si lavora a 1.6T).

Utilizzando il programma di Ivo si possono vedere le varie combinazioni di corrente DC, impedenza primaria, induttanza primaria e potenza al variare del gap (cliccare due volte su turns per spira per bloccarlo e usare le frecce su giù per variare i diversi parametri).

Nel caso serva “rigappare” il trasformatore questa operazione è abbastanza semplice e alla portata degli utenti del forum.

PP

Per configurare il pacco per il PP, senza gap, conviene mettere i lamierini a tre a tre incrociati (un compromesso tra il minor gap e il maggiore impaccamento), con una leggera martellatura per sistemare i lamierini.

Nel caso servano maggiori potenze si possono usare più trasformatori come nel celebre “twin-coupled amplifier” di Norman H. Crohurst.

Ad esempio usando due trasformatori si potrebbero mettere i primari in serie e i secondari in parallelo.

Conclusioni

Dopo mesi di lavoro e difficoltà varie finalmente **Audiofaidatè** ha il suo Trasformatore Universale, progetto "open source".

Da un punto di vista umano è stata una bella esperienza collaborare con persone diverse per estrazione nazionalità... ora la parola, pardon il saldatore passa a voi.

Il progetto è documentatissimo sono disponibili i file per simularlo... non resta che augurare buon lavoro e ascolto ai fruitori di tutto questo.

PS: aspettiamo le vostre esperienze le vostre impressioni sul forum

Attenzione

Il trasformatore universale è un componente sperimentale e quindi la documentazione verrà aggiornata frequentemente si prega di fare sempre riferimento all' ultima versione.