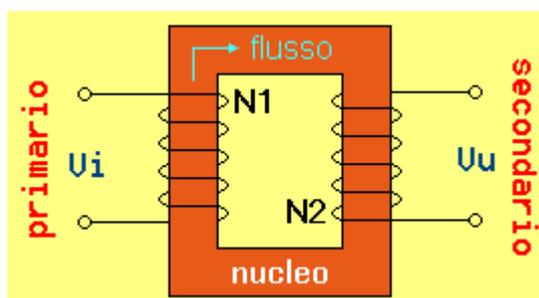


CONOSCIAMO MEGLIO I TRASFORMATORI DI USCITA.



La stragrande maggioranza dei radoriparatori conosce la funzione del trasformatore di uscita e dell'importanza che esso ricopre nel circuito perché si ottenga un buon radio-ascolto. Ovviamente faccio riferimento agli apparecchi radio di matrice valvolare nei quali la sostituzione di un trasformatore di uscita può costituire un problema se non si dispone di un ricambio originale od equivalente. Per quanti ancora invece abbiano dei dubbi sulle reali funzioni di un T.U. facciamo una breve rivisitazione tecnica.

A COSA SERVE IL T.U.

Diciamo subito che per motivi costruttivi, la valvola finale audio (ma la cosa è comune anche nel caso delle altre valvole) si comporta nel circuito come una resistenza dell'ordine di alcune migliaia di ohms e per funzionare ha bisogno di un carico di adeguata resistenza.

Normalmente i valori di resistenza "interna" delle valvole in condizioni di lavoro si aggirano tra 1500 e 18000 ohms.

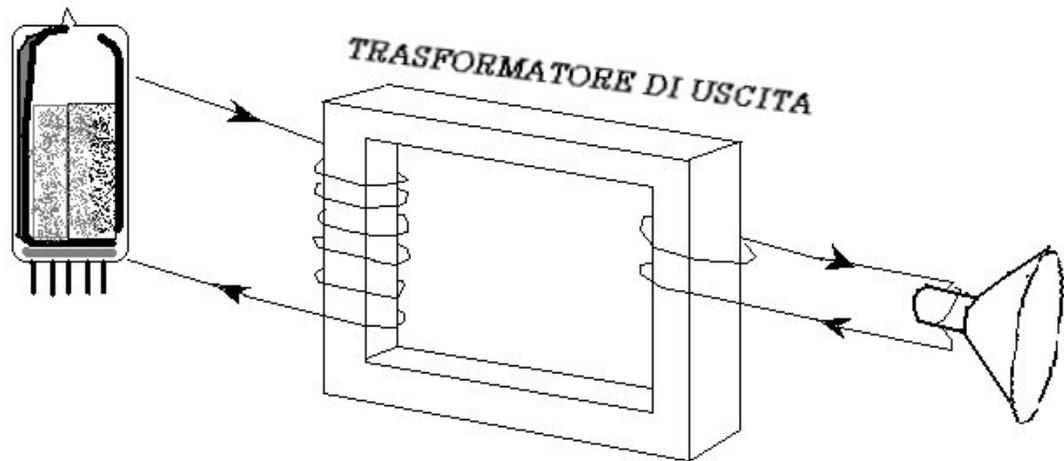
Ci si può chiedere ora come la valvola finale possa far funzionare un altoparlante, la cui bobina mobile possiede in genere una bassa resistenza (2,5 – 20 ohms) visto che, come appena detto, la valvola richiede una elevata resistenza di carico per poter funzionare.

Serve "qualche congegno" capace di trasformare la bassa resistenza (meglio se cominciamo a parlare di impedenza visto che stiamo considerando il funzionamento in c.a.) della bobina mobile in un'alta impedenza.

Si potrebbe pensare di costruire bobine mobili per altoparlanti con impedenza elevata, ma ciò comporterebbe non pochi problemi di peso, ingombro e di meccanica, in passato vennero sperimentati prototipi di altoparlanti così concepiti ma il risultato fu discreto ma non buono.

Dunque, il T.U. ha il delicato quanto importante incarico di dover trasferire nel miglior modo possibile la potenza erogata dalla valvola finale alla bobina mobile dell'altoparlante.

VALVOLA FINALE

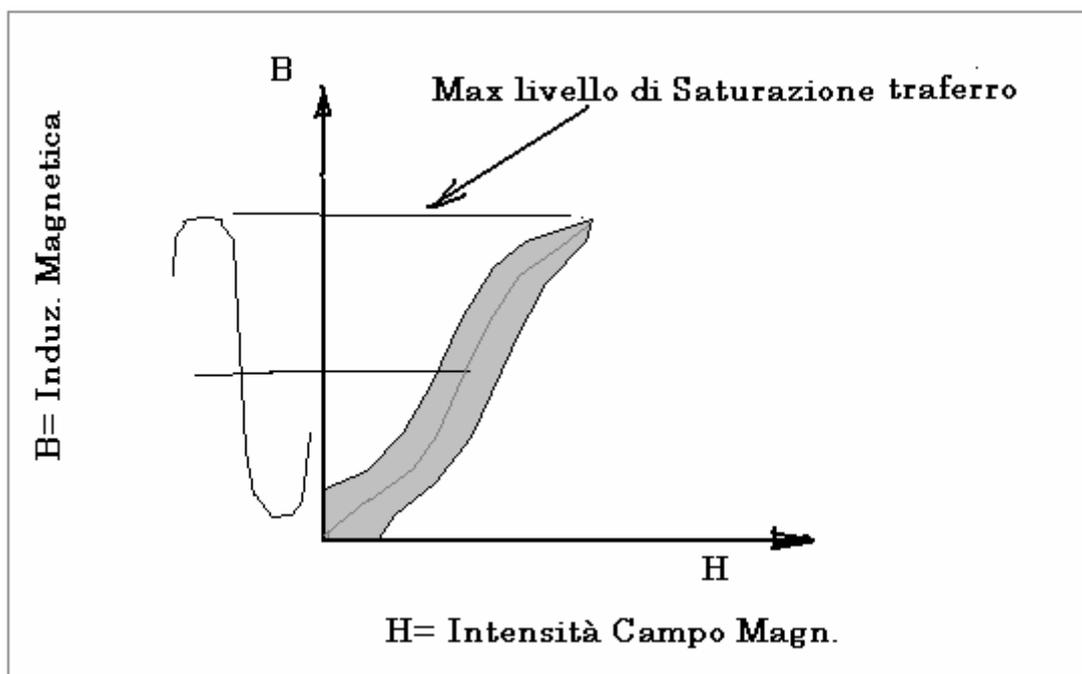


ALTOPARLANTE

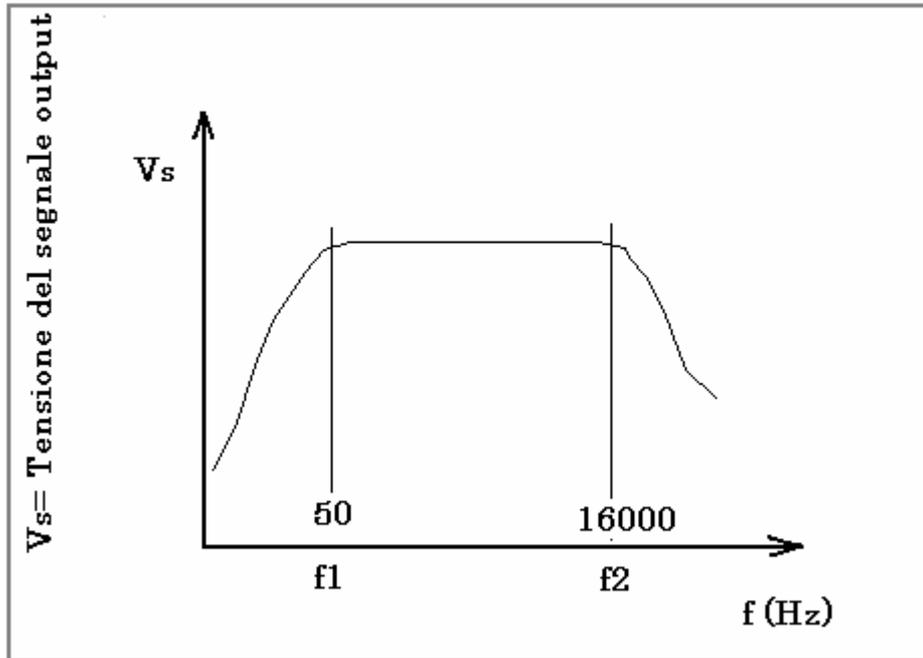
COSA DEVE FARE INOLTRE IL T.U.

Non basta dire che il T.U. adatta la bassa impedenza del carico a quella della valvola finale, infatti vi sono altri due aspetti importanti che non vanno trascurati:

- A) Non bisogna consentire che il campo elettromagnetico dovuto al passaggio della corrente anodica (continua) saturi la permeabilità magnetica dei lamierini del traferro (altrimenti non vi sarebbe alcun effetto o un effetto distorto quando verrà richiesto il trasferimento del segnale amplificato dal primario al secondario).



- B) E' necessario che il T.U. non "tagli" in frequenza, ovvero abbia la capacità di lasciar passare senza attenuazione i segnali a frequenza audio (50 - 16000 Hz)



COME DIMENSIONARE E CALCOLARE IL T.U.

Se ammettiamo di avere in un circuito un altoparlante con bobina mobile da 8 ohm d'impedenza e pensiamo di collegarlo ad un amplificatore da 5,5 W per esempio usando un finale 6V6 alimentata a 180 V di tensione anodica e 160 V di griglia schermo, avremo una condizione di funzionamento in cui il carico esterno previsto (ved. tabelle costruttive) della valvola sarà circa 6000 ohms .

Per il calcolo teorico del T.U. dovremo subito individuare il **rapporto di trasformazione** che è dato da:

$$\text{Rapporto di trasf.} = \sqrt{\frac{\text{Impedenza di carico della valvola}}{\text{Impedenza della bobina mobile}}}$$

Ovvero

$$\text{Rapporto di trasf.} = \sqrt{\frac{6000}{8}} = 27$$

Dobbiamo ora determinare il numero di spire che richiede l'avvolgimento primario e determiniamo quelle del secondario, a questo scopo ci si può avvalere di metodi **empirici** ovvero basare i calcoli su tabelle costruttive già collaudate dai costruttori.

E' innanzitutto necessario conoscere come poter dimensionare il filo di rame smaltato da impiegare per il riavvolgimento o nuova costruzione del T.U., ciò è possibile attraverso la seguente tabella valori:

PORTATA DEL FILO DI RAME

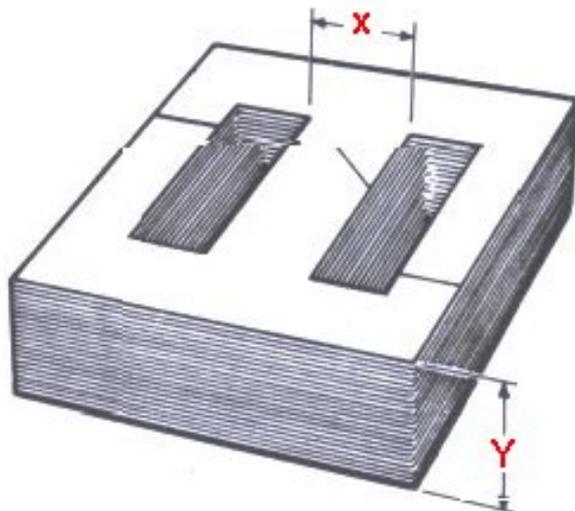
<u>DIAMETRO FILO</u> <u>(mm²)</u>	<u>Max Corrente</u>	<u>Sezione in</u> <u>mm²</u>
0.03	2 mA.	0.00071
0.04	3 mA.	0.00126
0.05	5 mA.	0.00196
0.06	7 mA.	0.00283
0.07	9 mA.	0.00385
0.08	12 mA.	0.00503
0.09	16 mA.	0.00636
0.10	19 mA.	0.00785
0.11	24 mA.	0.0095
0.12	28 mA.	0.01131
0.13	33 mA.	0.01327
0.14	38 mA.	0.01539
0.15	44 mA.	0.01767
0.16	50 mA.	0.02011
0.18	63 mA.	0.02545
0.20	78 mA.	0.03142
0.22	95 mA.	0.03801
0.25	123 mA.	0.04909
0.28	154 mA.	0.06158
0.30	177 mA.	0.07069
0.32	201 mA.	0.08042
0.35	240 mA.	0.09621
0.38	284 mA.	0.1134
0.40	314 mA.	0.1257
0.42	346 mA.	0.1385
0.45	400 mA.	0.159
0.48	450 mA.	0.181
0.50	490 mA.	0.1964
0.55	594 mA.	0.2376
0.60	710 mA.	0.2827
0.65	850 mA.	0.3318
0.70	960 mA.	0.3848
0.75	1.10 A.	0.4418
0.80	1.26 A.	0.5027
0.85	1.42 A.	0.5675
0.90	1.60 A.	0.6362
0.95	1.77 A.	0.7088
1.00	1.96 A.	0.7854
1.05	2.16 A.	0.8659
1.10	2.37 A.	0.9503
1.15	2.60 A.	1.0387
1.20	2.83 A.	1.131
1.25	3.07 A.	1.227
1.30	3.32 A.	1.327
1.35	3.58 A.	1.431
1.40	3.85 A.	1.539
1.45	4.13 A.	1.651
1.50	4.42 A.	1.767
1.55	4.72 A.	1.887
1.60	5.00 A.	2.011
1.65	5.34 A.	2.138
1.70	5.67 A.	2.270
1.75	6.01 A.	2.405
1.80	6.35 A.	2.545
1.90	7.10 A.	2.835
2.00	7.86 A.	3.142
2.10	8.66 A.	3.464
2.20	9.50 A.	3.801
2.30	10.38 A.	4.155
2.40	11.31 A.	4.524
2.50	12.27 A.	4.909
2.60	13.27 A.	5.309
2.70	14.32 A.	5.726
2.80	15.40 A.	6.158
2.90	16.50 A.	6.605
3.00	17.60 A.	7.069

Disponendo ora di alcuni parametri essenziali quali la potenza della valvola, l'impedenza di carico, il rapporto di trasformazione già calcolato, dovremo procedere con il dimensionamento del nucleo (nel caso di debba costruire) basandoci sui dati riportati nella seguente tabella:

TABELLA POTENZA/SEZIONE		
Potenza in Watt	Sez. (lorda) nucleo in cm²	Sez. (netta) nucleo in cm²
5	2,86	2,6
10	4,07	3,7
15	4,95	4,5
17	5,28	4,8
20	5,72	5,2
22	6,05	5,5
25	6,38	5,8
27	6,82	6,2
30	7,15	6,5
33	7,37	6,7
35	7,7	7
40	7,92	7,2
43	8,58	7,8
45	8,8	8
50	9,24	8,4
55	9,68	8,8
60	10,12	9,2
65	10,56	9,6
70	11	10
75	11,44	10,4
80	11,88	10,8
85	12,21	11,1

Come determinare la sezione del nucleo

Il nucleo scelto in funzione della potenza dovrà avere una sezione data dal prodotto dimensionale "X" x "Y" (in cm²).



Nel caso esso si debba costruire, bisogna tener conto di due dati importanti:

- A) I lamierini componenti il nucleo di un T.U. debbono possedere un basso valore di permeabilità magnetica ovvero valori compresi tra $0,2 - 0,6 \text{ W/m}^2$.
- B) I lamierini debbono preferibilmente avere una sezione centrale di forma quadrata e non rettangolare per contenere l'induttanza di dispersione.

Come stabilire il numero di spire degli avvolgimenti

Stabilito il rapporto di trasformazione del T.U., la sua potenza, saputa la tensione di lavoro del primario, è possibile individuare il numero di spire mediante la seguente tabella :

TABELLA POTENZA / SPIRE X VOLT	
Potenza utile in Watt	Spire per Volt primario
5	16,9
10	12
15	9,4
17	10,1
20	8,3
22	7,9
25	7,6
27	7
30	6,9
33	6,6
35	6,1
37	5,9
40	5,8
43	5,4
45	5,3
50	5,1
55	4,9
60	4,7
65	4,2
70	4,1
75	4
80	3,8
85	3,7

Conoscendo infine il numero di spire dell'avvolgimento primario, si determina facilmente quello del secondario .

Nel caso dell'esempio, la 6V6 eroga 5,5 W di potenza, richiede una tensione anodica di 180 V , ha una impedenza di carico di 6000 ohm, una corrente anodica max di 30 ma ed è stato determinato il rapporto di trasformazione che è di 27 : 1.

In base ai valori empirici delle tabelle dovremo usare per l'avvolgimento primario un filo di rame della sezione di $0,013 \text{ mm}^2$ ed un numero di spire pari a circa **3040** data dal prodotto $180 \times 16,9$.

Il secondario dovrà invece avere un numero di spire pari a circa 112 data dal rapporto di trasformazione 27:1 ma va individuata prima la corrente massima in base alla quale sceglieremo la sezione del filo di rame .

Se la Potenza del T.U. è di 5,5 W e la tensione del primario è di 180 V, vorrà dire che il secondario avrà una tensione nominale di $180 / 27 = 6,6$ V.

Se è vero che la **Potenza di uscita** è data dal prodotto **Vout x I out** ovvero :

$$I_{out} = \frac{5,5}{6,6} = 0,83 \text{ A}$$

allora, il secondario dovrà avere 112 spire di filo di rame da $0,93 \text{ mm}^2$.