

THEORIE SUR L'ALIMENTATION

SIGNAUX

A l'entrée: Généralement alternatif en provenance d'un réseau de distribution électrique.

A la sortie: Des tensions continues et constantes quelque soit la consommation des circuits.

Le circuit d'alimentation conditionne le fonctionnement de tout l'amplificateur. On distingue :

- la tension continue permettant la polarisation des tubes(la haute tension)
- L'alimentation des filaments des tubes (6,3V)

On attend trois choses d'une alimentation :

- Délivrer une ou plusieurs tensions.
- Fournir une énergie électrique avec un minimum de perte.
- Isoler galvaniquement le réseau de distribution du circuit pour la sécurité des personnes

Avant de commencer l'analyse de cette fonction nous avons exposé une petite partie théorique expliquant brièvement le principe de fonctionnement du transformateur.

Caractéristique du transformateur monophasé

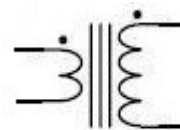
Le premier élément que l'on trouve dans un circuit d'alimentation est le transformateur :



Il possède un circuit magnétique fait à partir d'un matériaux magnétique doux, c'est à dire qu'il canalise le flux magnétique (unité : Weber).

Il est constitué d'un noyau ferromagnétique sur lequel sont bobinés des enroulements.

Il est marqué comme cela dans les schémas électriques :



L'enroulement relié sur le secteur est appelé primaire et les autres enroulements sont les secondaires.

Le transformateur permet d'isoler galvaniquement le primaire du secondaire :

c'est à dire que le courant ne peut pas circuler directement entre le réseau EDF et le circuit électrique.

Le fonctionnement du transformateur repose sur la loi de Faraday qui s'énonce :

$$e(t) = n \frac{d\phi}{dt} \quad \text{ou } n \text{ est le nombre de spire}$$

(Une variation de flux à travers une spire créer une force électromotrice et inversement, une fem e crée une variation de flux à travers celle ci).

On va démontrer à partir de la loi de Faraday comment agit le transformateur sur la tension envoyé au primaire :

si on applique sur le primaire une tension : $U_p(t) = U_{max} \sin(\omega t)$

On va générer un flux dans le circuit magnétique :

$$\phi = \frac{1}{n} \int U_p(t) dt = \frac{-U_{max}}{n_p \omega} \cos(\omega t)$$

En supposant le transformateur telle que : $\phi = \int_s \vec{B} \cdot d\vec{S} = Cte$ (conservation du flux)

La variation de flux créera a travers l'enroulement du secondaire une force électromotrice :

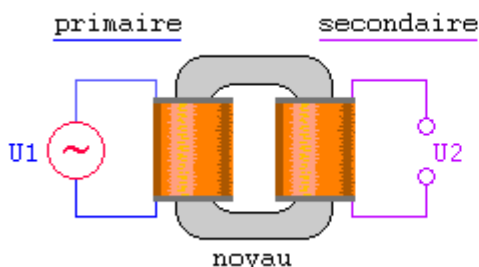
$$U_s(t) = n_s \frac{d\phi}{dt} = \frac{-n_s U_{max}}{n_p} \sin(\omega t)$$

Remarque :

- Les tensions au secondaires et au primaires sont en opposition de phase (caractéristique d'une alimentation de type flyback).
- l'amplitude de U_s est fonction du rapport entre le nombre de spire constituant le secondaire et le primaire

Ainsi ce qui caractérise principalement le transformateur est le rapport de transformation :

$$m = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{I_p}{I_s}$$



N1	N2	U1	U2	$\frac{N2}{N1}$	$\frac{U2}{U1}$	
1200	500	12	5,0	0,42	0,42	= abaisseur
500	1200	12	28,8	2,4	2,4	= élévateur
1200	600	12	6,0	0,5	0,5	
1200	1200	12	12	1	1	

- Si $m > 1$, le transformateur est élévateur de tension
 - Si $m < 1$, le transformateur est abaisseur de tension
 - Si $m = 1$, le transformateur ne sert qu'à isoler galvaniquement le primaire du secondaire.
- Ce type de transformateur est utilisé également dans de rare cas à la place du condensateur de liaison pour enlever la composante continu du signal de sortie.

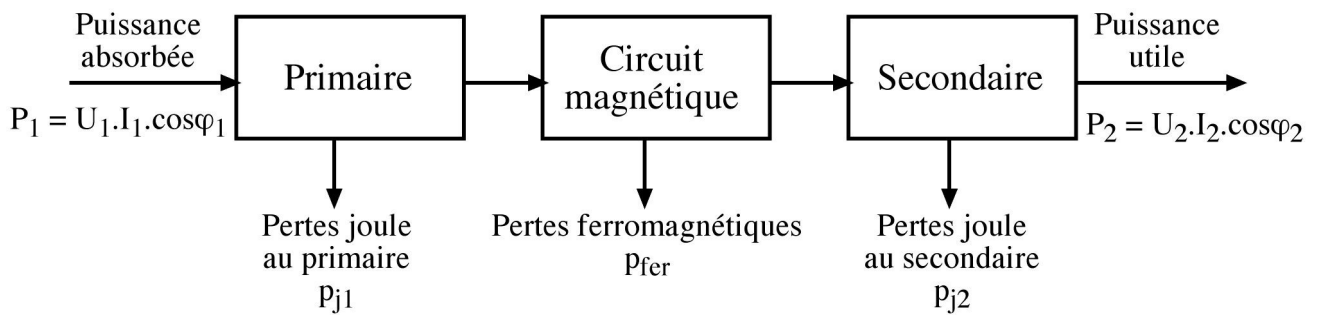
Un transformateur se caractérise par :

-son rapport de transformation m ou par la tension nominale et le courant nominale de chaque enroulement.

-La puissance apparente nominale noté S ($U_{eff} * I_{eff}$) est la caractéristique qui détermine la puissance que le circuit est susceptible de recevoir sans détérioration du transformateur.

-son taux de régulation $\tau = \frac{U_{avide} - U_{nominal}}{U_{nominal}}$ Il traduit l'efficacité d'un transformateur a fournir une certaine puissance. Plus l'impédance du secondaire est fort plus le taux de régulation est élevée.

Pertes dans un transformateur

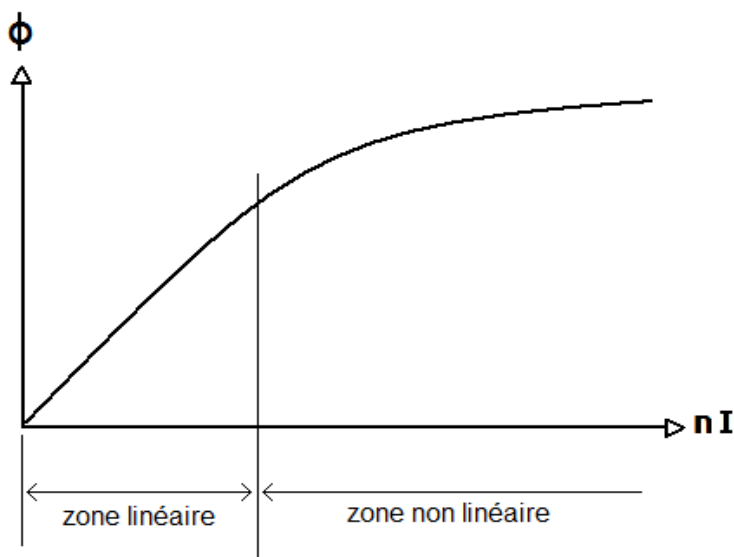


-Les pertes par effet Joule dépendent simplement de la résistance des enroulements : on les appelle également : pertes cuivre

-Les pertes fers dépendent de la fréquence et de la tension d'alimentation. On trouve deux types de pertes fers :

- Les pertes par courant de Foucault. Elles sont minimisées par l'utilisation de tôles magnétiques vernies, donc isolées électriquement les unes des autres pour constituer le circuit magnétique.
- Les pertes par hystérésis minimisées par l'utilisation d'un matériau ferromagnétique doux.

-Les pertes survenant lorsque le noyau sature : voici la caractéristique d'un transformateur :

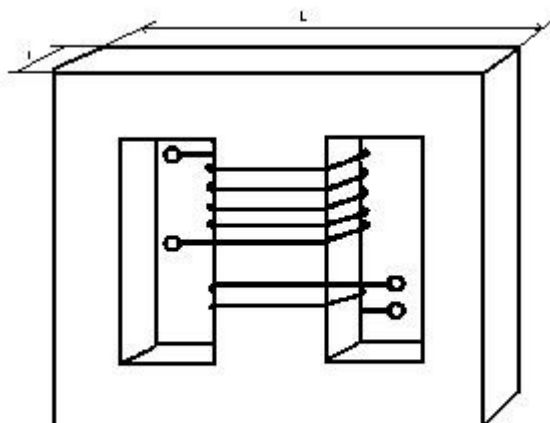


on fera le possible pour travailler dans la zone linéaire.

Le fait d'ajouter un entrefer dans le circuit magnétique permet de linéariser la caractéristique au dépît du rendement du transformateur.

Quant le tube de sortie travaille en classe A, le courant continue magnétise le noyau telle que l'on ne travaille plus dans le régime linéaire.

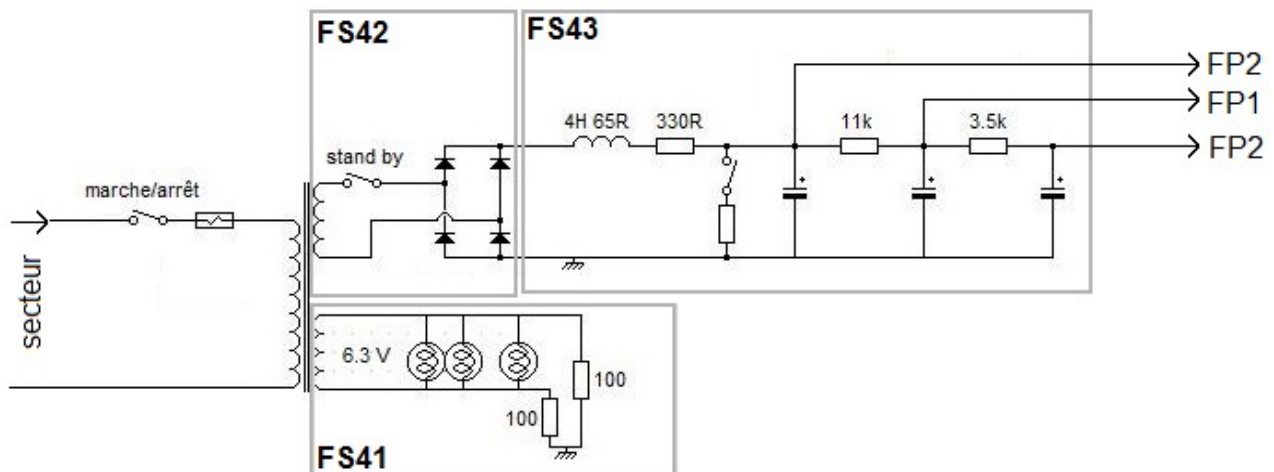
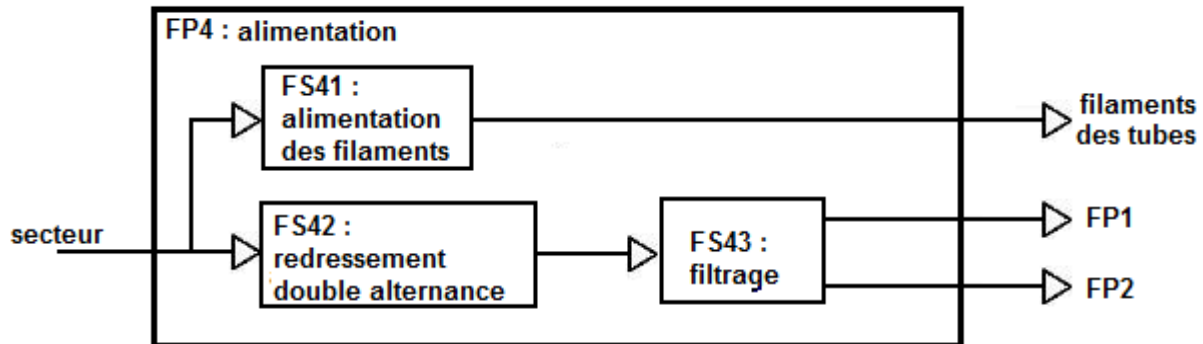
C'est pour cela que le transformateur de sortie possède un entrefer



On peut déterminer la puissance apparente du transfo en utilisant la taille du circuit magnétique : $P = (0,4 \cdot L \cdot l)^2$

Analyse structurelle de FP4 : alimentation

La synoptique de l'alimentation est :



La présence des pics de courants nécessite le placement d'un fusible temporisé : c'est à dire qu'il peut supporter pendant un instant très bref un courant plus fort.

L'interrupteur de stand-by est actionné par l'utilisateur au moins 30 secondes après avoir actionné l'interrupteur de marche – arrêt . Si on ne respecte pas ce délai, la charge d'espace ne s'étant pas encore créée sur la cathode des tubes, on va les abimer.

FS41 : alimentation des filaments :

Pour que le tube fonctionne, il faut chauffer jusqu'à incandescence le filament pour que les électrons puissent quitter la cathode et former la charge d'espace.

Le chauffage des tubes se fait en basse tension : 6,3V.

Une 12ax7 consomme 300mA ==> le filament dissipe 1,9W

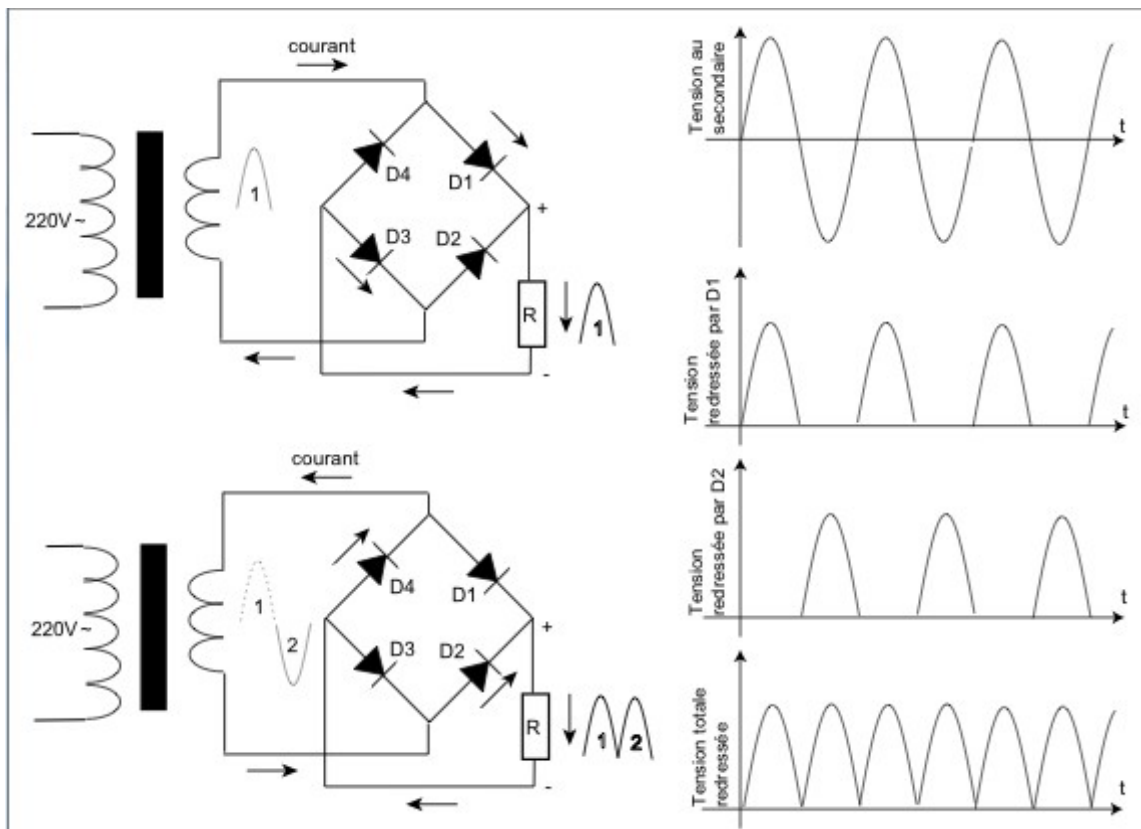
L'EL34 consomme 1,5A ==> le filament dissipe 9,5W

Notre circuit comporte 2 12ax7 et une el34, ce qui équivaut à un courant débité en sortie du transformateur de 2,1A et a une puissance délivrée de $P=S=13,2W$

Les résistances de 100 ohms référencent la tension de chauffage à la masse permettant d'éviter des problèmes de ronflements dans les hauts parleurs.

FS42 : redressement double alternance

Pour des raisons d'ordres économiques on a utilisé des composants semi conducteurs pour le redressement double alternance. Pour ce type de redressement on utilise 4 diodes montées tête bêche.



FS43 : filtrage

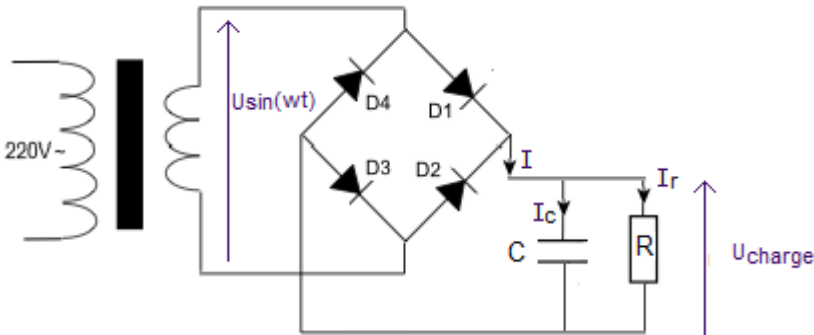
Pour transformer le signal redressé en un signal continu il faut le filtrer.

1- pic de courant

En simulant des circuits simples on sait vite aperçu qu'il fallait apporté une attention particulière au courant envoyé par le transformateur :

-A la mise sous tension le premier condensateur, si il est déchargé est équivalent à un court circuit. Plus ce condensateur est de grosse capacité, plus il mettra de temps à se charger et plus l'appel de courant à la mise sous tension est intense.

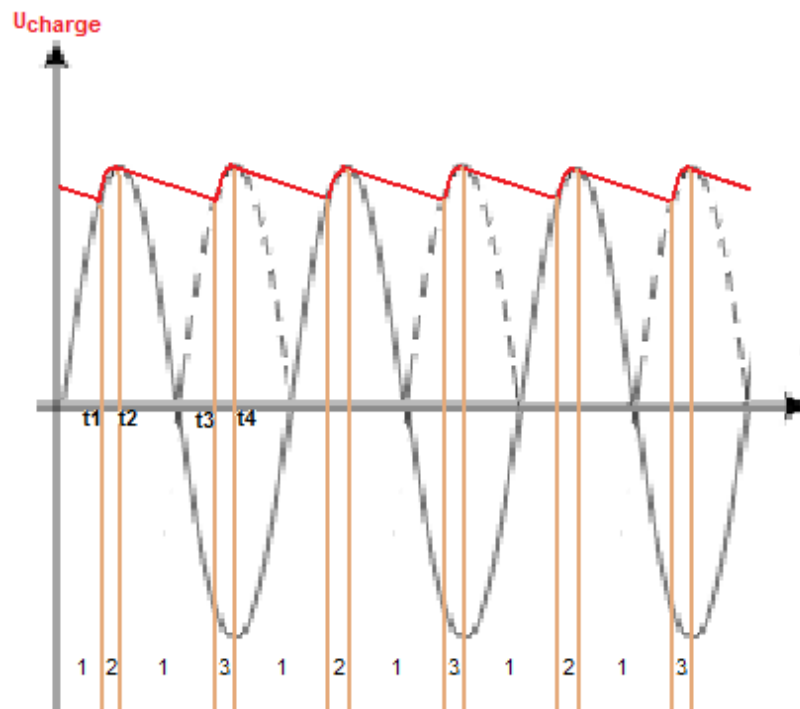
-Il existe de forts pics de courants en régime établi que nous allons mettre en évidence.



Pour mettre en évidence la présence des pics de courant nous étudions ce montage :

On observe en sortie le signal ci dessous.

- (1) : toutes les diodes sont bloquées
- (2) : D1 et D3 sont passantes et D2 et D4 sont bloqués.
- (3) : D2 et D4 sont passantes et D1 et D3 sont bloqués.



Quand les diodes sont bloqués le condensateur se décharge la tension de sortie est de la forme :

$$(1) \quad U_{charge} = U e^{\frac{-(t-t_i)}{RC}} \quad \text{avec } t_i = t_2 \text{ ou } t_4$$

On passe à l'état de fonctionnement 2 ou 3 quand :

$$U e^{\frac{-(t-t_i)}{RC}} = U |\sin(\omega t_i)|$$

avec $t_i = t_2$ ou t_4

==> équation insoluble analytiquement.

A l'état de fonctionnement 2 et 3,

$$U_{charge} = U |\sin(\omega t)|$$

$$\Rightarrow I = \frac{U_{charge}}{R} + C \frac{dU_{charge}}{dt} = \frac{U}{R} |\sin(\omega t)| + c \omega U |\cos(\omega t)|$$

On veut une tension U_{charge} ayant un taux d'ondulation le plus faible possible.

D'après l'équation (1) $U_{charge} \approx U$ quand $t - t_i \ll RC$

Quand le taux d'ondulation est très faible : $t - t_i \ll RC$ Les couples t_1, t_2 et t_3, t_4 se confondent

donc $\sin(\omega t_1) \approx \sin(\omega t_2) \approx 1$ et $\cos(\omega t_1) \approx \cos(\omega t_2) \approx 0$. Dans ces conditions : $I = \frac{U}{R}$

En bref pour minimiser les pics de courants en régime établi, la première capa devra avoir la plus grosse valeur possible et plus la charge après la première capa est forte moins le pic sera intense.

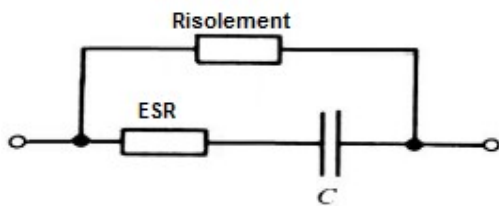
2- filtrage

Pour atténuer les pics de courants (en régime transitoire et en régime établi), il est fréquent de placer avant le premier condensateur une bobine d'assez forte valeur (celle utilisée a une inductance de 4H). Cela permet également d'avoir un taux de régulation plus faible car le filtre formé est d'un ordre plus élevé.

Nous souhaitons avoir des tensions continues de 500V, or la tension de service maximale d'un condensateur électrolytique est de 400V.

Pour avoir une tension de service plus forte l'idée est de mettre deux capacités en série.

On peut considérer le condensateur comme cela :

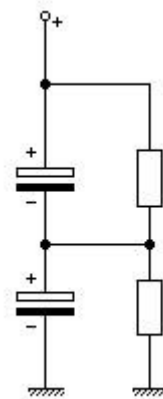


-l'ESR (equivalent serial resistor) est une résistance de l'ordre du ohm. Il est intéressant de la diminué en rajoutant d'autres condensateurs en parallèle. Cela permettra une réponse plus brève de l'amplificateur suite a un appel de courant.

-Résistance d'isolement : de l'ordre de la dizaine de Megaohms, elle est responsable de la lente décharge du condensateur lorsque celui ci est chargé et déconnecté du circuit.

Lorsque deux condensateurs sont en série, si ils n'ont pas rigoureusement la même résistance d'isolement (et donc le même courant de fuite), la tension va se répartir de façon inégale (pont diviseur).

C'est pour cela qu'en pratique on utilise ce circuit ==>
Les deux résistances sont d'une valeur faible devant la résistance d'isolement (on prendra 220k) et permettent d'avoir rigoureusement la même tension sur les deux condensateurs.



La valeur des condensateurs ont été imposé par celle que l'on a trouvé dans les poubelles et on a déterminé empiriquement avec un logiciel de simulation la valeur des résistances nécessaires pour obtenir les tensions que l'on souhaite. On se référera sur la partie simulation pour voir les oscillogrammes.