

condensateurs réservoirs

la solitude du condensateur entre deux pulsations

Plus ils sont gros, mieux c'est !

Voilà ce que se disent bien des bricoleurs électroniciens ignorant tout de la fonction exacte de ces condensateurs de lissage. Ils sont pourtant indispensables sur toute ligne d'alimentation et ne doivent donc pas être dimensionnés au petit bonheur la chance. Le condensateur-réservoir est là pour compenser l'effet (désastreux sur la tension) des appels de courant si brusques que l'alimentation n'est pas capable d'y répondre, ou encore pour remplir le vide que laisse une tension pulsée obtenue par exemple à partir d'une tension alternative redressée.

Le condensateur de lissage est un composant dont l'efficacité n'apparaît pas forcément à première vue, mais cela n'est pas une raison pour en sous-estimer le rôle ou, pire encore, le supprimer comme on est parfois tenté de le faire. Pour qu'il puisse exercer son rôle de **réservoir** (c'est bien une **réserve** d'énergie que constitue la charge du condensateur, mais cette énergie n'est utilisable que durant une fraction de seconde lorsque la ligne d'alimentation fléchit, en raison par exemple d'un appel de courant), il importe que le condensateur concerné soit placé à proximité immédiate du circuit consommateur. On aura compris qu'il s'agit d'éviter de cette manière les effets (désastreux sur la tension) de la résistance (jamais entièrement nulle) que présentent les lignes qui acheminent le courant. C'est la dure loi de l'Ohm Blanc.

On trouve des condensateurs réservoirs non seulement sur les circuits d'alimentation à partir d'une tension alternative redressée, mais aussi avec les circuits de régulation. Dans ce dernier cas le condensateur réservoir amortit le choc que représentent les brusques appels de courant, avant que le circuit de régulation ait eu le temps d'y répondre, comme le fait un château d'eau ou un bassin de régulation dans un circuit hydraulique.

Aussi personne ne s'étonnera du caractère primordial que revêt la position d'un tel condensateur par rapport au circuit intégré qu'il alimente : il faut qu'il soit monté le plus près possible des broches d'alimentation du circuit intégré. Ce n'est donc pas seulement pour économiser de la place que l'on a fabriqué des supports pour circuits intégrés avec condensateurs incorporés, mais aussi et surtout pour en augmenter l'efficacité. Mais revenons à

le condensateur à sa valeur de crête, celui-ci commence aussitôt à se décharger, parce qu'il a du courant à fournir au circuit de consommation en aval.

Un peu moins d'un centième de seconde plus tard, la tension de sortie du redresseur est heureusement de nouveau à son apogée, et le condensateur rechargé à bloc. Pour une capacité donnée du condensateur de lissage, plus le circuit en aval aura demandé de courant, plus la tension sur le condensateur baisse entre deux crêtes de la tension pulsée.

À la tension d'alimentation continue se superpose ainsi une tension alternative dont la fréquence n'est autre que celle de la tension alternative en amont du redresseur. Dans le cas des 50 Hz de notre réseau électrique domestique, cela donne un ronflement caractéristique.

La tension d'ondulation résiduelle présentera une amplitude d'autant plus forte que la capacité du condensateur sera insuffisante pour couvrir les appels de courant entre deux pulsations. C'est donc au choix du condensateur (et accessoirement à son emplacement) qu'il appartient de brider au mieux l'amplitude de cette ondulation résiduelle.

Plus l'intensité du courant est forte, plus la capacité devra être élevée si l'on veut réduire ou supprimer l'ondulation résiduelle. La formule suivante permet de dimensionner un condensateur de lissage pour un redresseur double-al-

type	tension min	d'entrée max	tension de sortie (V)
7805	7,5	20	5
7806	8,6	21	6
7808	10,6	23	8
7810	12,7	25	10
7812	14,8	27	12
7815	18	30	15
7818	21	33	18
7824	27,3	38	24

Le condensateur que l'on trouve entre les lignes d'alimentation de la plupart des circuits intégrés, notamment les circuits intégrés logiques, joue un rôle équivalent, mais à une échelle réduite, de celui que joue le gros condensateur de lissage des alimentations : sa fonction est d'empêcher que les appels de courant du circuit intégré (de très courte durée, mais d'une intensité souvent très forte) provoquent un affaissement de la tension d'alimentation, d'où naîtraient des parasites susceptibles d'aller perturber le fonctionnement d'autres circuits inté-

nos gros condensateurs, comme celui de la **figure 1...**

naissance et amplitude du ronflement

Nous voyons sur la **figure 2** pourquoi la capacité des condensateurs de lissage doit être si forte : le temps pendant lequel le **courant n'est pas fourni directement par la ligne d'alimentation**, mais par le condensateur, c'est-à-dire le temps qui passe entre deux sommets de la tension pulsée, ce temps est long. Quand la tension pulsée a chargé

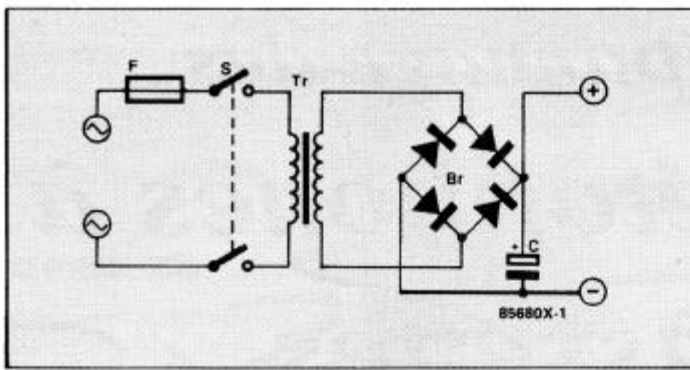


Figure 1 - Le circuit d'alimentation non régulé le plus courant, avec un transformateur, un fusible, un interrupteur et un redresseur. Pour faire de la tension pulsée une tension continue, il faut un condensateur de lissage qui fournisse le courant pendant que la tension redressée s'effondre. La capacité de ce condensateur est élevée d'une part en raison de la longueur considérable du laps de temps entre deux bosses, et d'autre part en raison de la valeur relativement élevée de l'intensité des courants à fournir. N'oublions pas, néanmoins, que si le condensateur se décharge lentement, il ne se charge pas plus vite ; c'est pourquoi on le double parfois avec un condensateur de faible capacité, moins long à se charger, et capable par conséquent de filtrer les parasites de très courte durée et de fréquence élevée.

terrance sans faire appel à des notions compliquées :

$$C = 3,7 \cdot \frac{I}{U_{\text{ond}}}$$

où C est la capacité du condensateur exprimée en microfarads (μF), I le courant consommé en mA et U_{ond} l'ondulation résiduelle tolérée en V. Il s'agit de retenir pour ce dernier paramètre l'amplitude crête à crête de la tension de ronflement, à décompter de la valeur de la tension continue.

Sur un redresseur mono-alternance, il manque une pulsation sur deux et la capacité devra par conséquent être doublée pour compenser l'allongement de la durée de la solitude du condensateur entre deux pulsations.

Maintenant, voici un exemple de calcul. Prenons l'alimentation d'un amplificateur de $2 \times 25 \text{ W}$ (en régime sinusoïdal) qui doit fournir 5 A sous 30 V (continu). À pleine charge, l'ondulation résiduelle ne doit pas dépasser 2 V. Formulons vite fait, bien fait :

$$C = 3,7 \cdot \frac{5000}{2} \mu\text{F}$$

soit 9250 μF , une capacité très voisine de celle d'un condensateur courant de 10000 μF . Ainsi dimensionné, notre condensateur de lissage devrait maintenir

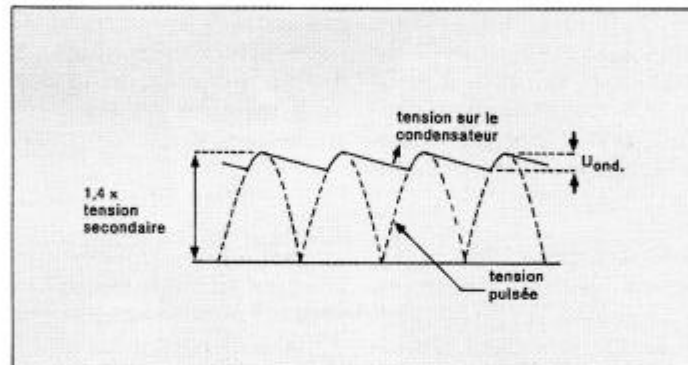


Figure 2 - Cette courbe de tension en dit long sur l'importance du condensateur de lissage. La tension redressée telle qu'elle pulse en sortie d'un redresseur n'est pas capable de faire face à la demande de courant des circuits alimentés, puisque cette tension revient aussi souvent à zéro qu'elle atteint sa valeur de crête. Grâce au condensateur de lissage et à sa charge, les vallées entre deux crêtes de tension sont comblées. Plus la capacité du condensateur est forte par rapport à l'intensité du courant consommé, moins l'amplitude de l'ondulation résiduelle U_{ond} sera forte. Hors charge, cette tension de ronflement disparaît ou diminue.

l'ondulation résiduelle à une amplitude de 2 V quand l'intensité du courant est à 2 A. Il va de soi que si le courant est moins fort, l'ondulation résiduelle sera d'autant moins forte.

Le facteur (ici 3,7) n'est pas toujours le même selon les auteurs. On le trouve tantôt à 10 chez les pessimistes, tantôt à 2 chez les optimistes, sans parler des valeurs intermédiaires.

D'autres praticiens comptent tout simplement 1000 μF par ampère de courant de sortie.

Sur les alimentations dotées de régulateurs électroniques intégrés, il faut aussi s'assurer du fait que la tension d'entrée du régulateur reste en toutes cir-

constances (c'est-à-dire aussi sous pleine charge) supérieure au seuil minimum imposé par le fabricant du circuit intégré. Un régulateur ordinaire de type 7805 (tension de sortie de 5 V) ne fonctionne correctement que si sa tension d'entrée est égale ou supérieure à 7,5 V. Supposons que nous disposions pour l'alimenter d'un transformateur de 8 V/1,2 A. Le régulateur (dûment refroidi) aura à fournir 1 A au circuit alimenté. Quelle est la capacité du condensateur de lissage ?

D'abord il nous la valeur de crête de la tension alternative, soit environ 1,4 fois la tension efficace du secondaire du transformateur :

$$8 \text{ V} \cdot 1,4 = 11,2 \text{ V}$$

Soustrayons le seuil de conduction des diodes, soit deux fois 0,7 V :

$$11,2 \text{ V} - (2 \cdot 0,7 \text{ V}) = 9,8 \text{ V}$$

Pourquoi 2 et non 4 fois 0,7 V ? Seules deux des diodes conduisent, les deux autres sont bloquées.

Le régulateur exige au moins 7,5 V disions-nous ; la tension sur le condensateur de lissage peut donc accuser une baisse de 2,3 V. C'est la valeur de U_{ond} de notre formule de calcul de la capacité du condensateur :

$$9,8 \text{ V} - 7,5 \text{ V} = 2,3 \text{ V}$$

$$C = 3,7 \cdot \frac{1000}{2,3} \mu\text{F}$$

soit 1600 μF . La valeur normalisée la plus proche est 2200 μF . Quelques centaines de microfarads supplémentaires ne feront pas de mal : prenez dans ce cas un condensateur de 2500 μF ou 3300 μF , par exemple. La valeur indiquée sur le condensateur est assez approximative, et la capacité diminue à la longue. Il vaut donc mieux ménager une marge. Ne soyez pas trop radin non plus avec la marge de sécurité que vous laisserez pour la tenue en tension ; si vous avez calculé 9,8 V comme c'est le cas ici, ne vous contentez pas d'un condensateur donné par 10 ou 12 V de tenue en tension, mais prenez-en un qui supporte au moins 16 V.

85680

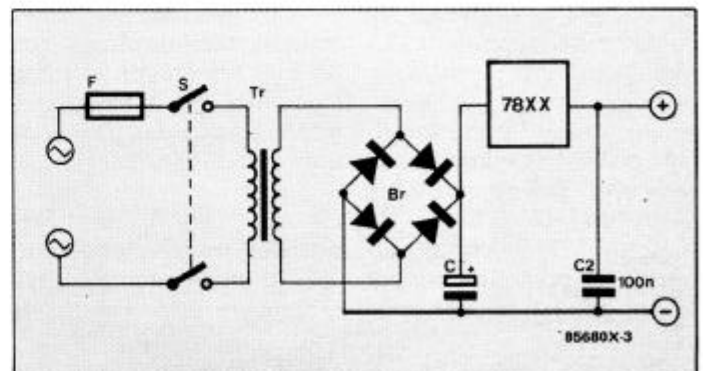


Figure 3 - Le circuit d'alimentation stabilisée le plus courant, avec un transformateur, un fusible, un interrupteur, un redresseur et un régulateur intégré. Ce dernier est parfaitement capable de stabiliser la tension pulsée issue du redresseur à condition toutefois que l'ondulation résiduelle n'abaisse pas la tension d'entrée en-dessous de son seuil d'entrée minimum. Nous avons indiqué dans le tableau quels sont ces seuils. La capacité du condensateur de lissage sera déterminée en fonction de ce paramètre, et en tenant compte de la tension de crête (1,4 fois la tension efficace donnée par le fabricant du transformateur), du seuil des diodes et de l'intensité du courant à fournir.