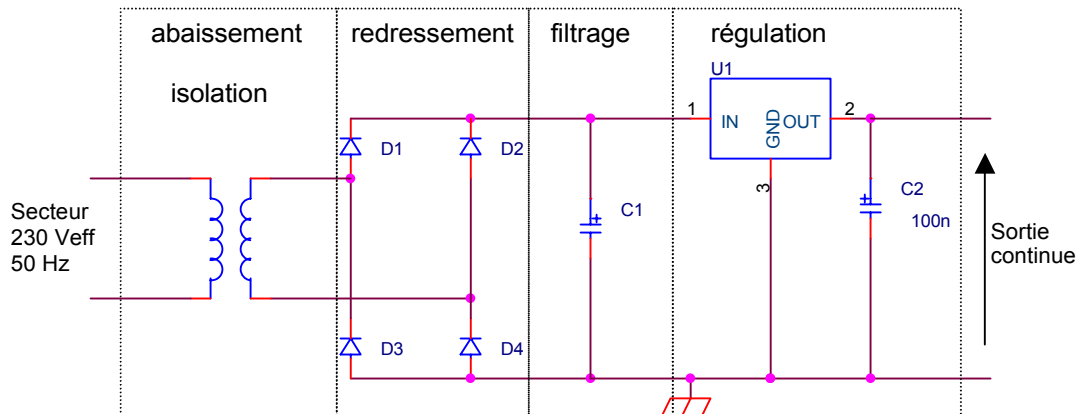


TP9 : simulation d'une alimentation linéaire.

Au cours de cette séance, après avoir effectué quelques simulations destinées à rappeler le fonctionnement d'éléments de base d'une alimentation linéaire, nous passerons à des simulations permettant de dimensionner des éléments comme le transformateur et le condensateur de filtrage, dimensionnement délicat par le calcul.

La figure suivante nous rappelle le principe d'une alimentation linéaire :



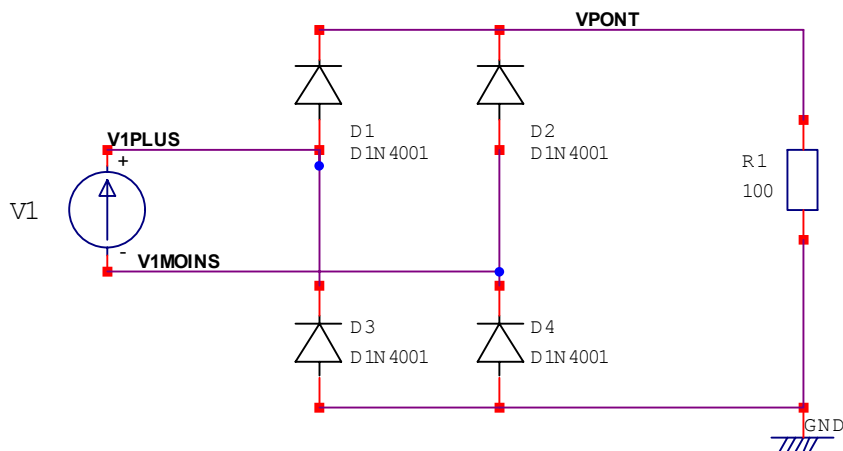
Il est conseillé pour les simulations, de se créer un répertoire personnel de travail et :

- soit d'ouvrir un nouveau fichier (utiliser « sauvegarder sous ») à chaque modification du schéma,
- soit de créer une nouvelle feuille (dans Winschem « Feuille » puis « Nouvelle ») au sein du même fichier ;

celui-ci permettra de revenir facilement en arrière le cas échéant.

1 Simulation d'un redressement sur charge résistive

On se propose de simuler un redressement double alternance sur charge résistive à partir du schéma suivant :



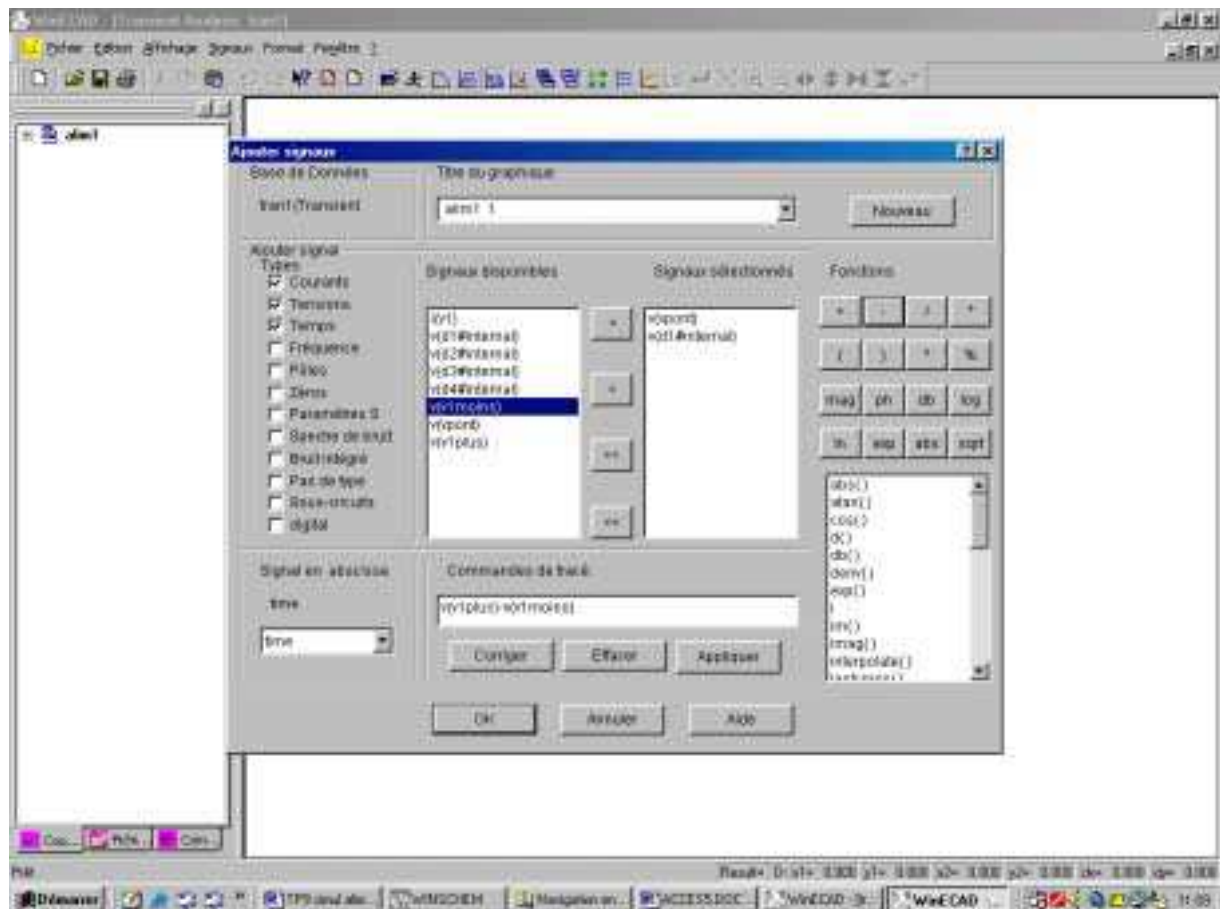
Les diodes proviennent de la bibliothèque WinEcad-analogique, et le générateur de tension sinusoïdale de la bibliothèque WinEcad-générique. Il sera paramétré pour une fréquence de 50 Hz et une amplitude de 15 V efficace.

Pour dimensionner les diodes, il sera nécessaire dans un premier temps déterminer la tension maximale qu'elles doivent supporter. Par un simple raisonnement sur le schéma donner cette valeur.

Effectuer une simulation sur 40 ms (pas de calcul à 0,1 ms). Visualiser les signaux en V1 (voir ci-après), Vpont et aux bornes d'une diode. Justifier la forme des chronogrammes obtenus.

Rappel : V1 n'étant pas référencée par rapport à la masse, il faudra faire la différence entre V1plus et V1moins pour l'afficher ; à partir de la boîte de dialogue de sélection de courbe de WinEcad :

- dans la fenêtre de sélection des courbes sélectionner par un double clic gauche le signal souhaité dans la boîte « Signaux disponibles » pour le faire passer dans la boîte « Commande de tracé » ;
- choisir l'opération mathématique (ici un « - ») dans la boîte « Fonction » ;
- cliquer sur « Appliquer » pour faire passer le résultat dans la boîte « Signaux sélectionnés ».



Vérifier que la tension maximale aux bornes de la diode est bien celle attendue.

La tension moyenne d'un signal redressé double alternance est $2.V_{max}/\pi$ et la valeur efficace $V_{max}/\sqrt{2}$. Calculer ces valeurs pour VPONT dans notre cas et effectuer la mesure avec WinEcad, à l'aide de la fenêtre « mesure » du menu « signaux ». Pour une mesure correcte, la visualisation doit se faire sur un nombre entier de périodes. Justifier éventuellement les différences

2 Redressement double alternance avec charge R.C

Ajouter un condensateur en parallèle avec R et effectuer des simulations pour des valeurs de 100 μF , 1000 μF et 500 μF (on rappelle que le symbole de micro est « U » ou « u » dans Spice –noyau à partir duquel est constitué ce logiciel-).

Remarque : pour effectuer ces mesures, la solution la plus simple aurait été l'analyse paramétrique, mais cette option semble inopérante sur WinEcad ; on se contentera donc de modifier simplement les valeurs au niveau de la « netlist » -liste des connexions- qui est apparue à l'ouverture de WinEcad, cette netlist se trouve derrière la fenêtre d'affichage des chronogrammes.

Ajuster de nouveau la valeur du condensateur à 1000 μF et effectuer des simulations pour des valeurs de 10, 100 et 1000 Ω de la résistance. Justifier les chronogrammes obtenus.

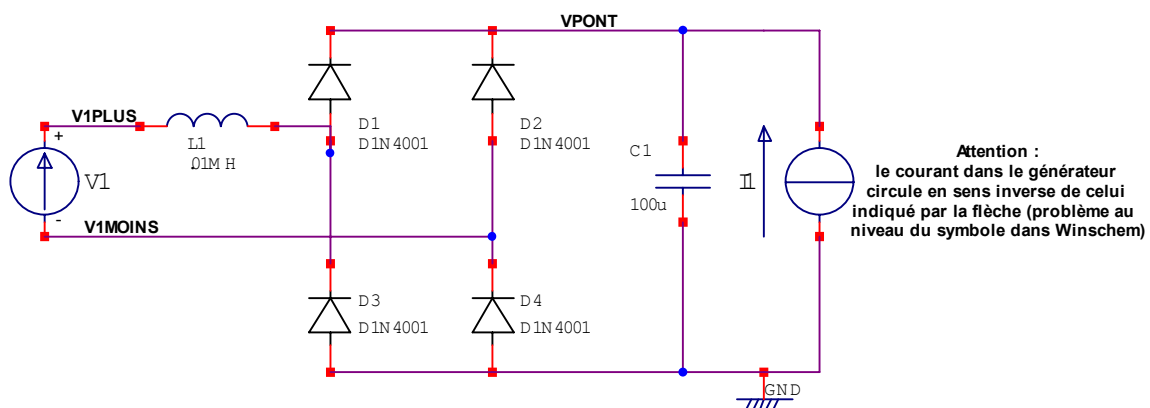
3 Détermination de la valeur du condensateur

On va maintenant déterminer la valeur du condensateur. Comme on l'a vu précédemment, plus cette valeur sera importante, meilleur sera le filtrage. Cependant un condensateur de forte valeur est cher et volumineux (sans parler des problèmes liés au courant d'appel).

La valeur du condensateur doit cependant être suffisante pour assurer une tension minimale à l'entrée du régulateur. Dans notre cas, nous souhaitons réaliser une alimentation fournissant en sortie une tension continue de 12 V et capable de débiter un courant maximal de 400 mA.

Déterminer, à l'aide de la documentation jointe du régulateur, la valeur minimale nécessaire pour la tension à l'entrée du régulateur.

Pour effectuer notre simulation, nous utiliserons le schéma suivant, où l'inductance L1 modélise l'inductance de la ligne de distribution et celle du transformateur :



Justifier le fait d'avoir pris un générateur de courant continu (circulant de haut en bas) pour remplacer le régulateur et non une simple résistance.

Mettre en évidence à l'aide la documentation que le courant circulant dans la borne de masse du régulateur (« quiescent current ») est négligeable devant le courant en sorite du régulateur, lorsqu'il fonctionne à pleine charge.

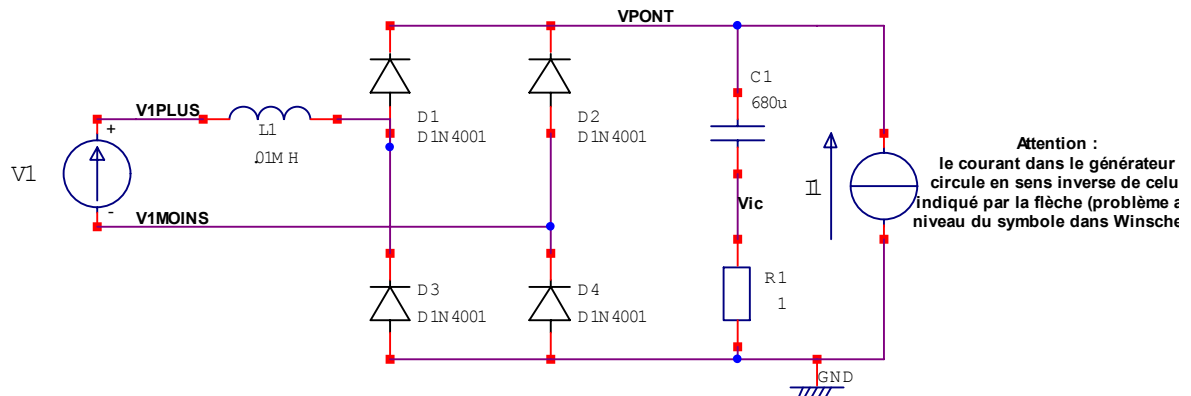
Donner alors la valeur à imposer à I1 pour déterminer la valeur minimale du condensateur permettant un fonctionnement correct du régulateur quel que soit le cas de figure.

Pour effectuer ces simulations, on visualisera les chronogrammes de 10 ms à 30 ms afin d'éviter le régime transitoire à la mise sous tension.

Déterminer alors empiriquement la valeur minimale de C1 dans la série de tolérance E6 à 20% (valeurs 10, 15, 22, 33, 47 et 68).

4 Détermination des courants dans le condensateur et le transformateur

On souhaite maintenant déterminer le courant dans le condensateur, ainsi que celui dans le transformateur ; on modifie notre schéma de simulation de la manière suivante :



Relever le courant dans le condensateur et dans le générateur V1.
Justifier la forme des chronogrammes.


Relever la valeur efficace et la valeur moyenne du courant dans le condensateur, à l'aide de la fenêtre « mesure » du menu « signaux ». Pour une mesure correcte, le régime transitoire à la mise sous tension ne doit évidemment pas apparaître à l'affichage.
Commenter l'expression numérique du courant moyen dans le condensateur.

Faire le même relevé pour le courant dans V1.
Commenter l'expression numérique du courant moyen.

Donner les caractéristiques suivantes du transformateur de cette alimentation :

- tension secondaire ;
- tension primaire ;
- puissance apparente minimale.

Annexe : documentation technique


National Semiconductor
May 2000

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HFI, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

LM78XX Series Voltage Regulators

Absolute Maximum Ratings (Note 3)		Maximum Junction Temperature	
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.		(K Package)	150°C
Input Voltage ($V_{IO} = 5V, 12V$ and $15V$)		(T Package)	150°C
		Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Internal Power Dissipation (Note 1)		Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
Internally Limited		TO-3 Package K	300°C
Operating Temperature Range (T_A)		TO-220 Package T	230°C
0°C to +70°C			

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2)

0°C ≤ T_J ≤ 125°C unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Output Voltage			Input Voltage			Units			
			5V	12V	15V	10V	19V	23V				
V_{O2}	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$	4.8	8	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		$P_{D2} \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$	4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$	(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)		(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)		(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)				V	
I_Q	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	8			8			8			mA
			8.5			8.5			8.5			mA

Input Voltage

Symbol	Parameter	Conditions	5V	12V	15V	Units
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$	7.5	14.6	17.7	V