Horloge géante

- Réalisation du projet

Réalisation du projet

Pour bien commencer l’électronique, Robotronik vous propose un premier projet orienté sur la construction d’une horloge 7 segments géantes. Avec élaboration de l’ensemble du circuit électronique comme des pros ;)

Introduction

Chaque partie sera traitée de façon globale avec quelques détails permettant de comprendre comment le circuit fonctionne. L’idée étant de trouver par soi-même quels composants utiliser à l’aide de la fiche « Liste des composants courants en électronique ». Si cela est toujours flou, une aide sera apportée à chaque étape de la construction.

Cette aide sera indiquée par la couleur jaune et il suffira de mettre le texte en noir sur word pour pouvoir la lire

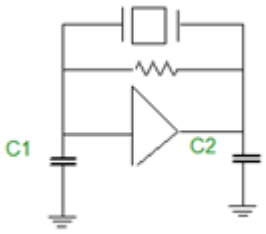
Partie 1 : Elaboration de l’oscillateur 1 Hz

Pour pouvoir créer une horloge, il faut donc commencer par créer un circuit électronique qui va générer un signal le plus stable possible au cours du temps et qui reste auto-entretenu. Ici, on veut que pour chaque seconde qui s’écoule, notre système se mette à jour pour afficher le changement sur l’écran LED. Il existe de nombreux systèmes d’oscillations et des circuits permettant de générer ce signal (Collpits, Pierce, circuit LC etc…). Cependant, vous l’aurez compris, pour que notre horloge ne dévie pas de 5 H chaque semaine, il faut être très précis dans la fréquence d’oscillation du système. Il faut donc trouver un composant électronique basique qui satisfait cette condition (voir fiche « Liste des composants courants en électronique »). Pour faire démarrer un oscillateur, l’idée est de l’alimenter avec un large spectre de fréquence (comme le bruit par exemple) et ensuite un système d’amplification avec un passe bande permet de sélectionner la fréquence que l’on veut et de la transmettre à la suite du circuit.

Aide

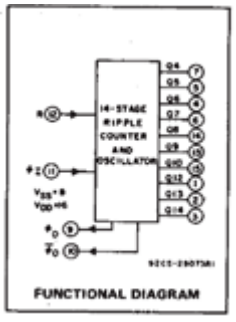
On entend tout le temps parler des montres mécaniques et des montres à quartz ! Eureka ! Le quartz est systématiquement utilisé dans les montres et les systèmes électroniques car il dispose d’un facteur de qualité très important ce qui signifie que sa bande passante en tant que filtre est extrêmement fine et c’est ce qu’on veut ici ! Les quartz horlogers sont à une fréquence généralement de l’ordre de 32 768 Hz qui est facilement divisible par 2 pour se ramener à 1 Hz.

Une fois qu'on a le bon composant, on peut réaliser un oscillateur. Ici, on utilisera le format suivant :



Ici, nous avons notre filtre passe-bande ultra sélectif avec en parallèle un amplificateur de type émetteur commun (amplification de tension) ou bien une porte inverseuse (et oui, une porte logique peut être utilisée en amplification de type unbuffered car elle présente une caractéristique linéaire dans sa zone de transition entre l'état haut et bas). Puis une résistance de contre réaction nécessaire pour régler le gain de l'amplification. Cette résistance (environ 2 Mohm) doit être suffisamment grande pour que l'amplificateur ne s'emballe pas et que la tension monte jusqu'à casser le quartz, mais elle doit aussi être assez petite pour que l'oscillation ne soit pas amortie. Puis on ajoute 2 condensateurs C1 et C2 de valeurs très proches (environ 20 pF) de préférence avec C1 ajustable pour pouvoir régler « la fréquence de fonctionnement du quartz ».

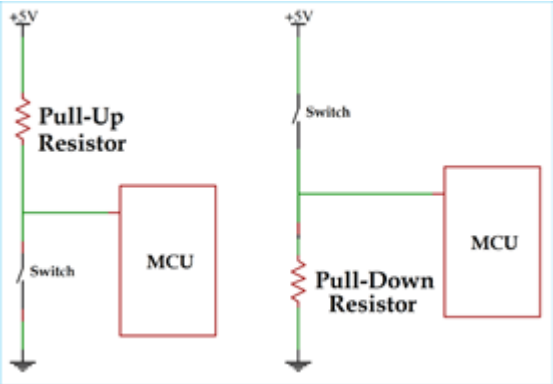
Ici pas besoin de se tourmenter l'esprit, nous avons un super composant qui s'occupe de plein de chose, le CD4060 qui propose de recevoir la fréquence d'oscillation du passe bande (ici 32 768 Hz = 2^15 Hz) et qui effectue la division de fréquence à l'aide de nombreuses bascules D se trouvant à l'intérieur.



A chaque pin (sur la droite du schéma ci-contre), le CD4060 effectue une division de la fréquence par 2^QX avec X la puissance de 2. Cela signifie que si j'ai un signal en entrée de 16 Hz, alors j'obtiendrai un signal de 1 Hz sur la broche Q4 du composant car 2^4=16.

Cependant, le CD4060 n’a pas assez de pins. Il nous ressortira un signal de 2 Hz. Mais cela ne nous convient pas. Alors on divisera cette fréquence encore par deux. Mais comment faire ? Tout simple ! Comme dit précédemment, le composant est constitué d’un ensemble de bascule D qui sont vues en cours de 1A PET. Ces bascules si elles sont bien câblées, permettent de faire cette division de fréquence (un peu de bon sens et on trouve rapidement sur papier comment la brancher une fois qu’on voit comment elle marche).

Une fois que notre oscillateur est terminé, on n’oublie pas d’alimenter correctement les circuits intégrés et de placer une résistance de pull down à la sortie. Cette résistance comme son nom l’indique force la sortie à l’état bas pour qu’elle ne reste pas (flottante), le courant parasite circulant dans le circuit est alors redirigé vers la masse pour ne pas forcer l’horloge à prendre une faible oscillation.



Partie 2 : Circuit analogique enregistrant l’avancée de l’heure et mise à jour pour affichage sur led (partie driver)

Après avoir fait notre oscillateur, on s’attaque au plus gros du montage. Le système collectant cette seconde (1 Hz) et qui met à jour l’affichage des heures, minutes et secondes. Pour cela, on utilise des compteurs de type Johnson. Sur le principe du CD4060, le compteur Johnson (CD4017) permet de compter le nombre d’oscillation à son entrée et de passer à l’état haut à la suite ses différents pins. Par exemple, si j’ai un signal de 1 Hz, à t=0s j’aurai aucun pin à l’état haut puis à t=1 s j’aurai un pin à l’état haut puis t= 2 s j’aurai un autre pin etc… Donc pour l’affichage des secondes, c’est très simple, on a simplement à brancher le compteur et la sortie sur l’afficheur 7 segments ? Et non, il ne faut pas oublier que lorsque 10 secondes se sont écoulées, il faut incrémenter les dizaines de secondes de 1 unité et une fois qu’on a passé 60 secondes, il faut s’arrêter et incrémenter de 1 les minutes car on à 60 secondes, 60 minutes et 24 heures et non pas 80 heures ou 78 minutes.

On doit donc adapter le système pour qu’on remette le compteur à zéro des unités d’heure si la dizaine vaut 0 ou 1 (on a 1 h,2 h … 9 h, 19 h, 24 h) pour aller jusqu’à 9 et lorsque la dizaine vaut 2,

on ne doit pas aller plus loin que 3 (23 h)

En bonus, on peut ajouter des boutons poussoirs à chaque compteur avec une diode anti retour pour pouvoir mettre à l'heure notre horloge par simple appui dessus (avec des bascules JK pour éviter les rebonds mécaniques et que notre horloge avance trop d'un coup) Ensuite il nous faut un élément indispensable qui adapte ce signal des compteurs pour pouvoir le mettre sur l'afficheur 7 segments. Et c'est notre copain le CD4033 qui a la structure d'un compteur mais qui permet l'affichage décimal (BCD) du nombre d'impulsion qui reçoit.

Pour terminer, on pense à bien adapter le courant pour les LEDS

Partie 3 : Choix de l'alimentation

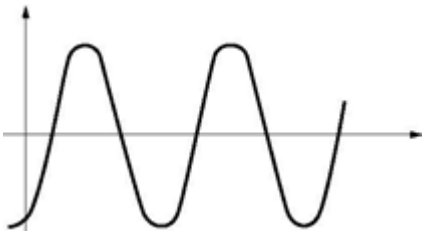
Maintenant que nous finit la plus grande partie du montage, il nous reste plus qu'a l'alimenter. Pour ne pas avoir à changer souvent les piles, nous utiliserons une alimentation linéaire sur secteur. Ce type d'alimentation est le plus simple à réaliser malgré son faible rendement. Les circuits intégrés que nous avons utilisés fonctionnent avec une tension de 5 V DC, mais nous n'avons « que » du 230 V AC 50 Hz. Alors on est coincé ! Comment on peut transformer une si grande tension alternative en plus, en une tension continue aussi petite ?

Et bien je vous invite à aller voir notre amie (voir fiche « Liste des composants courants en électronique »).

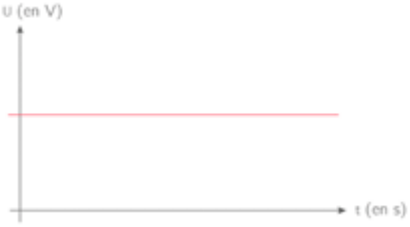
Aide
Pour transformer une très grande tension alternative en une très faible tension alternative, on utilise un transformateur.

Maintenant que nous avons une tension plus basse, elle oscille toujours à 50 Hz. Il faut donc la redresser pour obtenir une tension positive et la rendre continue. On utilisera 2 types composants de la fiche « Liste des composants courants en électronique ».

Aide
Ce circuit de transformation d'une tension alternative à une tension continue est très largement utilisé. Il s'appelle Pont de Graëtz. Il fait appel à 4 diodes et un condensateur pour rendre la tension continue.



On veut passer de ça (230 V AC)



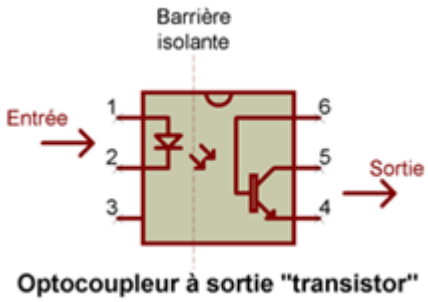
Vers ceci (6V DC)

Mais pourquoi ne pas prendre directement 5 V avec ce montage puis le mettre directement en alimentation ? Et bien parce qu'on ne trouve pas systématiquement des transformateurs qui nous donne la tension d'alimentation que l'on veut. Il faudra toujours prendre un transformateur d'une tension de sortie un peu plus grande que ce que l'on veut puis réguler cette tension après.

Donc maintenant nous avons une tension d'environ 6 V (attention il faut prendre en compte les chutes de tension aux bornes des diodes) et là nous avons un nouveau composant magique le régulateur de tension. Ici on prendra un régulateur de tension fixe 5V. Pour savoir comment le brancher, rien de plus simple, on se rend sur la datasheet du LM7805 (LM78XX où XX signifie la tension fixe de sortie) et on regarde ce que le constructeur nous recommande.

Partie 4 : Affichage du résultat sur panneau led géant

Après avoir terminé notre prototype, on peut adapter le montage pour afficher l'heure sur des panneaux beaucoup plus grands que les petits afficheurs 7 segments. Pour cela, nous pouvons utiliser des optocoupleurs. Ce sont de petits composants très pratique qui permettent une isolation galvanique (électrique) entre deux étages d'alimentation. Par exemple d'un côté de l'optocoupleur j'ai des grosses tensions de l'ordre de 20 V et de l'autre je peux en avoir de 5 V. C'est un petit composant constitué d'une LED et d'un photo-transistor qui laisse passer plus ou moins de courant en fonction de l'intensité lumineuse délivrée par la led. Il est le plus souvent utilisé en commutation.



Optocoupleur à sortie "transistor"

