

L'afficheur de plage

Baccalauréat STI2D - Session 2013

Épreuve de spécialité

Camille Claudel

Fourmies

Antoine Barthélémy, Thomas Meunier, Alexy Richepain, Alexis Patté



Sommaire

I - Présentation du projet	3
Enjeu.....	3
Problématique.....	3
Problèmes techniques	3
La bête à cornes	4
Carte mentale	4
II - Conception préliminaire	5
L'afficheur	5
La commande.....	5
Automate programmable.....	6
Roue codeuse	6
Circuit intégré	6
Conclusion	6
III - Conception détaillée	6
Afficheur	6
Caractéristiques techniques	6
Calcul de la résistance	7
Commande	7
Multisim 2001	8
Binary Code Decimal	8
Comptage simple	9
Comptage-décomptage, utilisation des dizaines	10
Schéma fonctionnel sur Multisim.....	11
Régulateur de tension intégré	12
Les pertes	12
Le radiateur (ou dissipateur thermique)	12
Transistors	13
IV - Conclusion	13

I - Présentation du projet

Enjeu

Une association souhaite créer des rencontres sportives sur la plage et non en salle. Le but est d'améliorer les performances et de rendre autonome le tableau d'affichage des scores.

Problématique

Adapter un tableau de score de salle de sport afin de le rendre utilisable sur la plage et facilement transportable. L'alimentation de l'afficheur doit pouvoir fonctionner sur le réseau ou sur des batteries rechargeables par une source d'énergie renouvelable. Le tableau de score doit être de taille suffisante afin d'avoir une visibilité optimale.

Problèmes techniques

Plusieurs problèmes techniques peuvent être liés à la conception de l'afficheur de plage. Ces problèmes techniques sont connus dans ce projet sous le nom de contrainte :

Choix du matériau de construction : il nous faut choisir un matériau qui est à la fois écologique, économique et peu lourd.

Transport facile : Il faut créer un système de transport facile et rapide de l'afficheur. Il faut tenir compte des types de plages et du poids de l'afficheur.

Conditions météorologiques : La boîte de l'afficheur doit être totalement étanche si une averse inattendue se met à tomber. Il doit être également étanche si de l'eau est renversée dessus.

Stabilité : L'afficheur doit être maintenu par un pied, le pied doit donc être capable de tenir sur n'importe quels types de plages.

Système d'énergie : L'afficheur doit être autonome en énergie. En effet il est rare de trouver sur des plages, des prises de courant.

Sécurité : Le système d'alimentation en énergie autonome doit être sécurisé. Le maintien de l'afficheur doit également être sécurisé afin d'éviter une chute.

Affichage : Le cadran de l'afficheur doit être capable d'afficher les résultats de plusieurs types de sport qui existe sur les plages. Les scores affichés doivent être visibles depuis au minimum les extrémités du terrain.

Commande : La commande doit être simple d'utilisation.

La bête à cornes

A qui le produit rend-il service ?

Les responsables de l'association

Sur quoi le produit agit-il ?

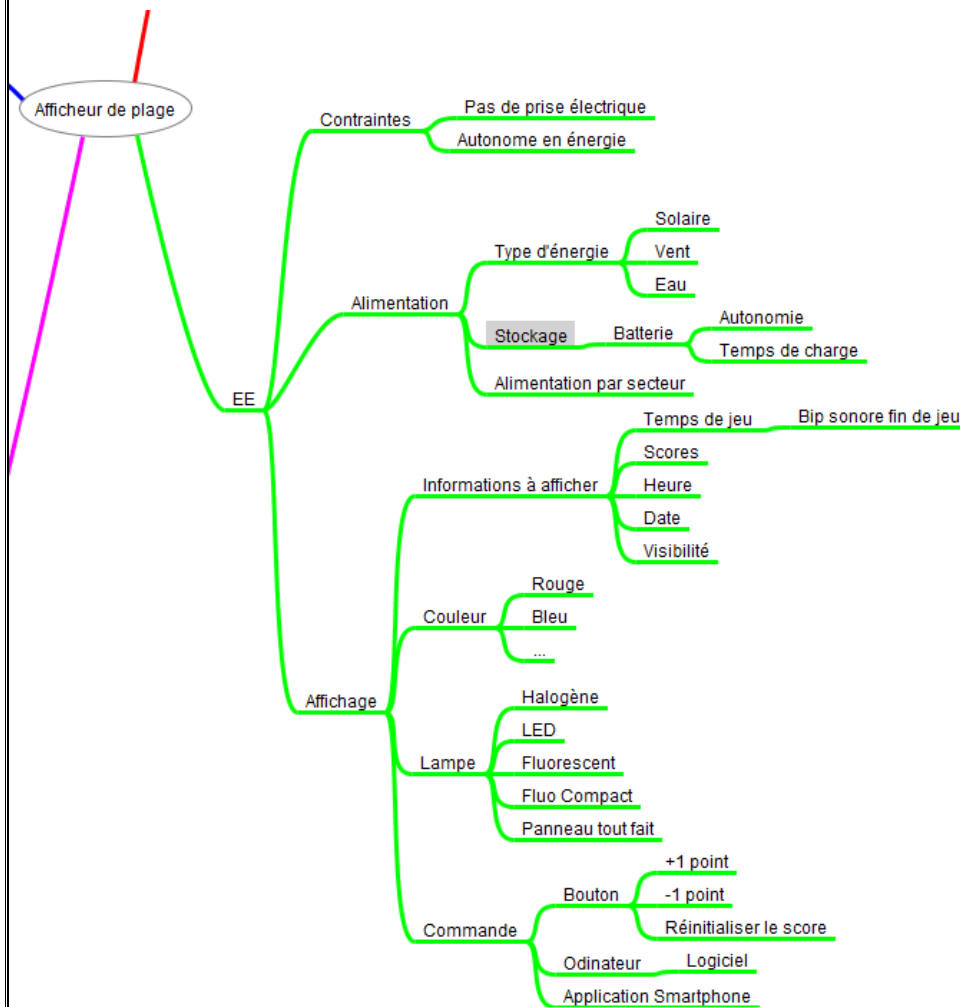
Le dispositif d'affichage des scores



Dans quel but ?

Rendre visible l'affichage du score

Carte mentale



Lors du brainstorming, avec l'ensemble du groupe nous avons émis plusieurs idées. Tout d'abord, nous avons recherché les sports praticables sur la plage afin d'avoir un ordre de grandeur pour les scores. Ensuite, par duo (correspondant à notre spécialité : ITEC et EE) nous avons émis d'autres idées. Une première partie des idées s'est orientée vers l'alimentation de l'afficheur, élément primordial du projet. Les types d'énergie ont donc été énoncés comme le solaire, le vent ou même la force de l'eau. Le stockage de l'énergie est aussi un enjeu d'importance

afin d'assurer une autonomie suffisante. L'alimentation par le secteur n'est pas à négliger non plus. Au niveau de l'affichage, il a fallu savoir quelles seront les informations envoyées à l'afficheur pour les joueurs mais également les spectateurs réunis autour de l'évènement sportif. L'affichage du score est bien sûr incontournable, mais nous avons pensé à ajouter pourquoi pas le temps de jeu, l'heure la date... Egalement, il fallait absolument travailler

sur la visibilité pour permettre aux gens présents autour de la zone de jeu de pouvoir consulter les informations clairement. Au niveau de l'affichage, on aurait pu créer l'afficheur nous même, et il fallait donc réfléchir à quel type d'éclairage utiliser. La solution de prendre un afficheur sept segments déjà tout fait a également été émise. Pour la commande, la première idée qui nous est venue en tête a été de commander l'afficheur via des boutons poussoirs et de pouvoir compter, décompter et réinitialiser les scores. Les solutions d'un logiciel informatique ou encore d'une application smartphone ont également été proposées.

II - Conception préliminaire

L'afficheur

Sur un afficheur, on peut transmettre plusieurs informations. Le score, bien évidemment, qui sera le centre du projet, mais aussi un chronomètre afin de mesurer le temps de jeu. Ou encore une date. Cela dit, les informations temps de jeu et date sont plus ou moins facultatives.



Au niveau de l'affichage, plusieurs options s'offrent à nous : on le construit nous même ou on s'en procure un déjà tout fait.

Pour choisir un afficheur, il nous a fallu déterminer la taille des caractères afin d'avoir une visibilité optimale. Sur une feuille de papier, j'ai reproduit, à peu de chose près, les chiffres d'un afficheur que l'on a trouvé lors d'une rapide recherche. J'ai donc dessiné les chiffres d'une hauteur d'environ 13 centimètres sur une feuille de papier et nous sommes sortis pour mesurer jusqu'à quelle distance les chiffres étaient visibles. A l'aide du télémètre, nous avons donc déterminé une distance d'environ 20 mètres ce qui semble tout à fait raisonnable pour un terrain de jeu sur la plage au vue de ses possibles dimensions. On imagine difficilement une zone de jeu de l'envergure d'un

terrain de football.

En règle générale, les diodes sont alimentées par un courant de 20mA et d'une tension d'environ 2V. Sur les documents technique de différents afficheurs j'ai constaté que chaque segments étaient composés de deux branches de 10 diodes. Ce qui constituerait une consommation d'environ 280 mA pour les 140 diodes. Au niveau de la tension, on a environ 20V aux bornes de l'afficheur.

La commande

Pour la commande, il y a plusieurs possibilités comme l'utilisation d'un automate programmable, de roues codeuses ou encore de circuits intégrés.

Automate programmable

Un automate programmable pourrait répondre à nos attentes. Grâce à un programme intégré à l'automate, il peut commander nos afficheurs afin de répondre aux besoins de l'utilisateur. Par contre, les automates programmables risqueraient de prendre beaucoup de place et ainsi, encombrer le boîtier de l'afficheur. La consommation des automates, qui est importante, est aussi un point à ne pas négliger. De plus, le nombre de sorties nécessaires au pilotage des quatre afficheurs est trop important ($4 \times 7 = 28$ sorties).

Roue codeuse

Les roues codeuses peuvent être une solution simple. Il nous suffirait de convertir les valeurs binaires envoyées par la roue codeuse pour ensuite piloter l'afficheur et afficher les scores. Cependant, les roues codeuses ne semblent pas forcément être un très bon choix pour l'afficheur de plage puisque la qualité et la résistance aux conditions climatiques laissent à désirer. Si nous devons créer un afficheur en salle, ce choix aurait été plus judicieux.

Circuit intégré

L'utilisation de circuits intégrés spécialisés pourrait répondre à nos attentes. Avec un compteur d'unité et de dizaine, l'utilisateur ne contrôle, à l'aide de bouton poussoir installé sur l'afficheur, que les unités qui incrémenteront automatiquement les dizaines.

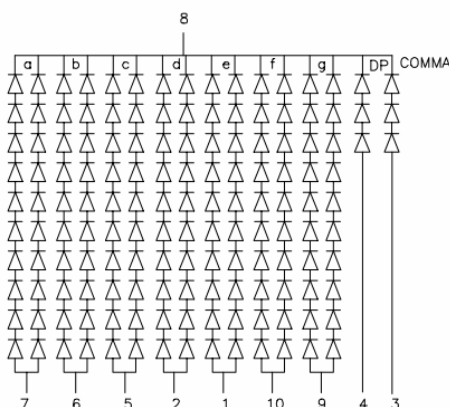
Conclusion

Au niveau de l'afficheur, le choix d'en utiliser un déjà existant a été choisi. En construire un nous-mêmes aurait été un travail considérable et une perte de temps inutile puisque nous avons un bon nombre d'afficheur 7 segments à disposition sur le marché. Pour la commande, le choix semble s'orienter vers l'utilisation de circuits spécialisés avec utilisations de bouton poussoir pour que le système soit accessible à tout le monde.

III - Conception détaillée

Afficheur

Pour l'afficheur, nous avons fait le choix de n'afficher que le score. Nous avons émis l'idée d'y intégrer un chronomètre afin de mesurer le temps de jeu, mais cela ne semble pas être un point important au niveau de l'afficheur de plage et pour l'utilisation qui sera effectuée.



Etudions un afficheur qui correspond, à première vue, à nos attentes.

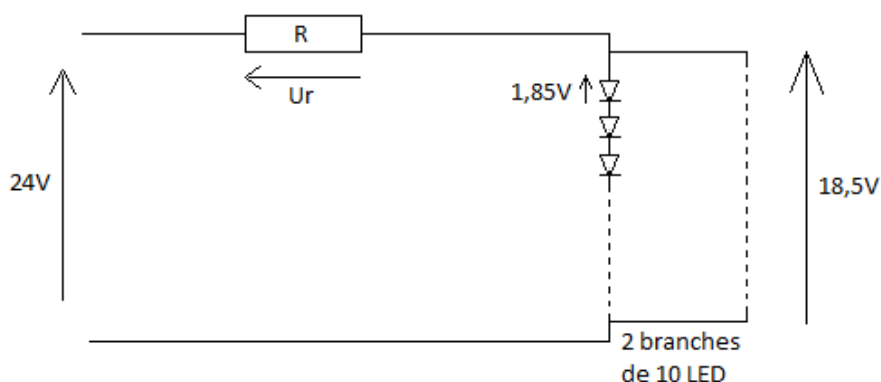
Caractéristiques techniques

- Connexion commune : cathode
- Couleurs de LED : rouge
- Dimensions des caractères : 127*76mm
- Dimensions externes : 180,2*108*45,6mm
- Prix : 44,10€ l'unité

Sur ce schéma, nous pouvons constater que les segments sont constitués de deux branches de dix LED. Les branches 4 et 3 sont le point et la virgule que nous n'utiliserons pas.

Calcul de la résistance

Pour une visibilité optimale, il est conseillé d'utiliser une intensité de 20mA. Selon les informations apportées par la documentation, la tension aux bornes de la LED est donc d'environ 1,85V.



Au niveau de la consommation des LED, nous savons que la tension aux bornes de la LED est de 1,85V. On multiplie donc cette valeur par 10 pour avoir la tension totale du segment. On a alors 18,5V dans les branches du segment. Une résistance est donc nécessaire afin de limiter le courant qui circule au sein des segments puisqu'il reçoit la tension délivrée par les batteries qui est de 24V.

Pour calculer la valeur de la résistance, il faut d'abord connaître la tension qu'il faut avoir à ses bornes. Autrement dit : $U_r = 24 - 18,5 = 5,5V$. A partir de là, il nous suffit d'utiliser la loi d'ohms. $R = U/I$. Nous avons 20mA dans chaque branche donc 40mA au total. Donc $R = 5,5/0,04 = 137,5\Omega$.

Au labo, nous disposons de la série E12. D'après nos calculs, il nous faut donc une résistance aux environs de 140ohms. Parmi celles qui nous sont proposées, nous choisissons les 150ohms.

Il nous faut également déterminer la puissance de la résistance. $P = U^2/R = 5,5^2/150 = 0,2W$. Dans la gamme E12, on prend donc des résistances 1/4 watt (0,25W).

Commande

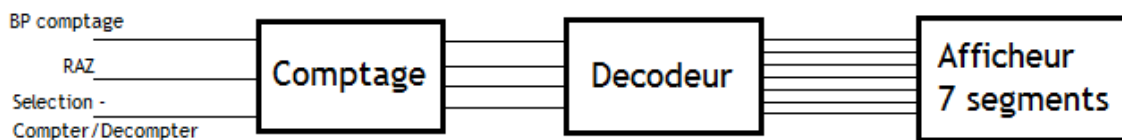
Parmi les plusieurs possibilités, nous avons choisi d'utiliser une commande grâce à des circuits intégrés spécialisés et des boutons poussoirs. Il nous a fallu déterminer les fonctions dont nous avons besoin afin de contrôler au mieux les afficheurs. Ces fonctions sont : compter, décompter et la remise à zéro. Compter est la fonction essentielle de cet afficheur. Le décomptage pourrait permettre de rectifier une possible erreur de l'utilisateur et la remise à zéro est également une fonction indispensable pour pouvoir réinitialiser les scores à tout instant.

Multisim 2001

Afin de mettre en œuvre nos idées, nous avons utilisé le logiciel Multisim 2001. Ce logiciel permet de créer et de simuler nos différents circuits dans le but de tester leur fonctionnalité mais aussi de découvrir les solutions les plus appropriées à nos attentes. Il possède une grande base de données de composants qui nous a permis de travailler sur notre circuit spécialisé.

Binary Code Decimal

Grâce au livre « Memotech Electronique », nous avons cherché un compteur basique pour apprendre à se servir du logiciel et découvrir les composants qui servent à contrôler les afficheurs. Le schéma est composé d'un compteur simple, d'un décodeur BCD/7 segments et d'un afficheur 7 segments. L'utilisateur commande l'afficheur et la remise à zéro grâce à deux boutons poussoirs et d'un sélecteur comptage-décomptage.

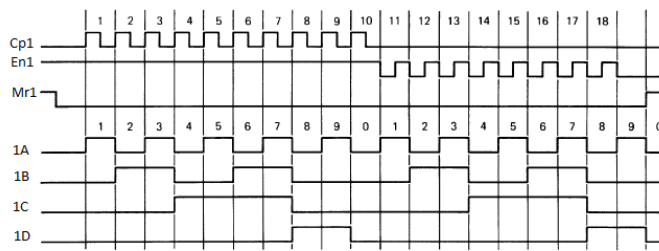


Un compteur BCD (Binary Code Decimal) compte de 0 à 9. Il possède quatre sorties qui matérialisent, par des niveaux hauts et/ou bas, une séquence allant de 0000 à 1001. C'est l'équivalent en binaire des chiffres décimaux de 0 à 9.

Une image qui illustre le procédé :

BCD inputs				segment outputs							display
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9

Comptage simple

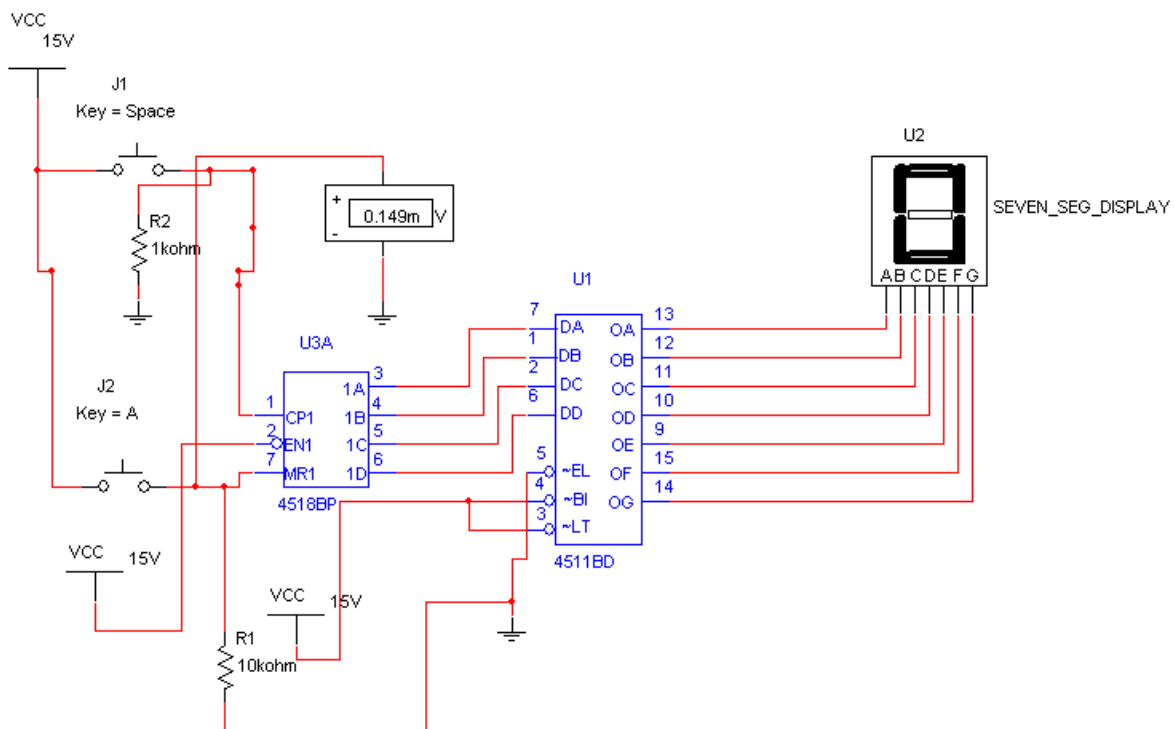


Ci-joint, le chronogramme du compteur 4518.

Le Cp1 correspond à la fonction qui permet de compter. Cette entrée est donc reliée au bouton poussoir qui permet d'envoyer les informations « comptage ». Sur le chronogramme

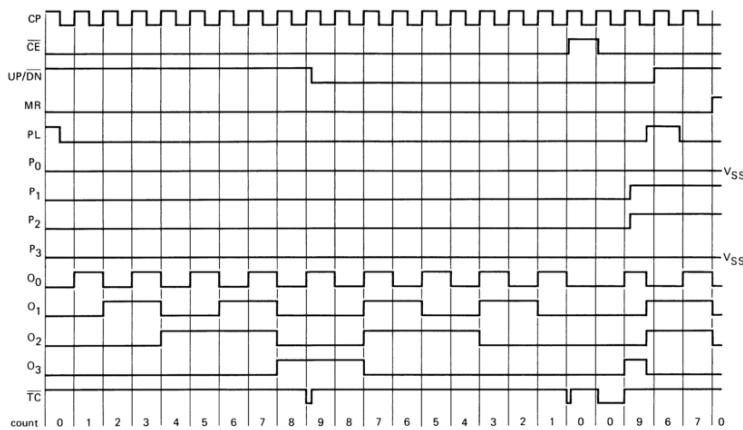
nous constatons que l'entrée En1 doit être au niveau « haut », c'est-à-dire qu'elle doit être reliée directement sur la tension 15V afin d'effectuer le comptage. L'entrée Mr1 sert à réinitialiser l'afficheur. On y a donc associé un bouton poussoir afin qu'à l'impulsion de l'utilisateur l'afficheur affiche 0. Les informations reçues par le composant 4518 (compteur) sont envoyées sous forme binaire au décodeur BCD (4511) afin de transmettre les informations à l'afficheur.

Le schéma ci-contre nous permet donc de contrôler facilement un afficheur à l'aide de deux boutons poussoirs qui servent à compter et à remettre à zéro. Grâce à cela, nous avons pu découvrir le logiciel « Multisim » mais aussi comment fonctionnait les composants à l'aide de leur chronogramme.



Ce schéma ne répond cependant pas aux attentes. On souhaite pouvoir compter également les dizaines et avoir ainsi une plage de score pouvant aller jusqu'à 99 maximum.

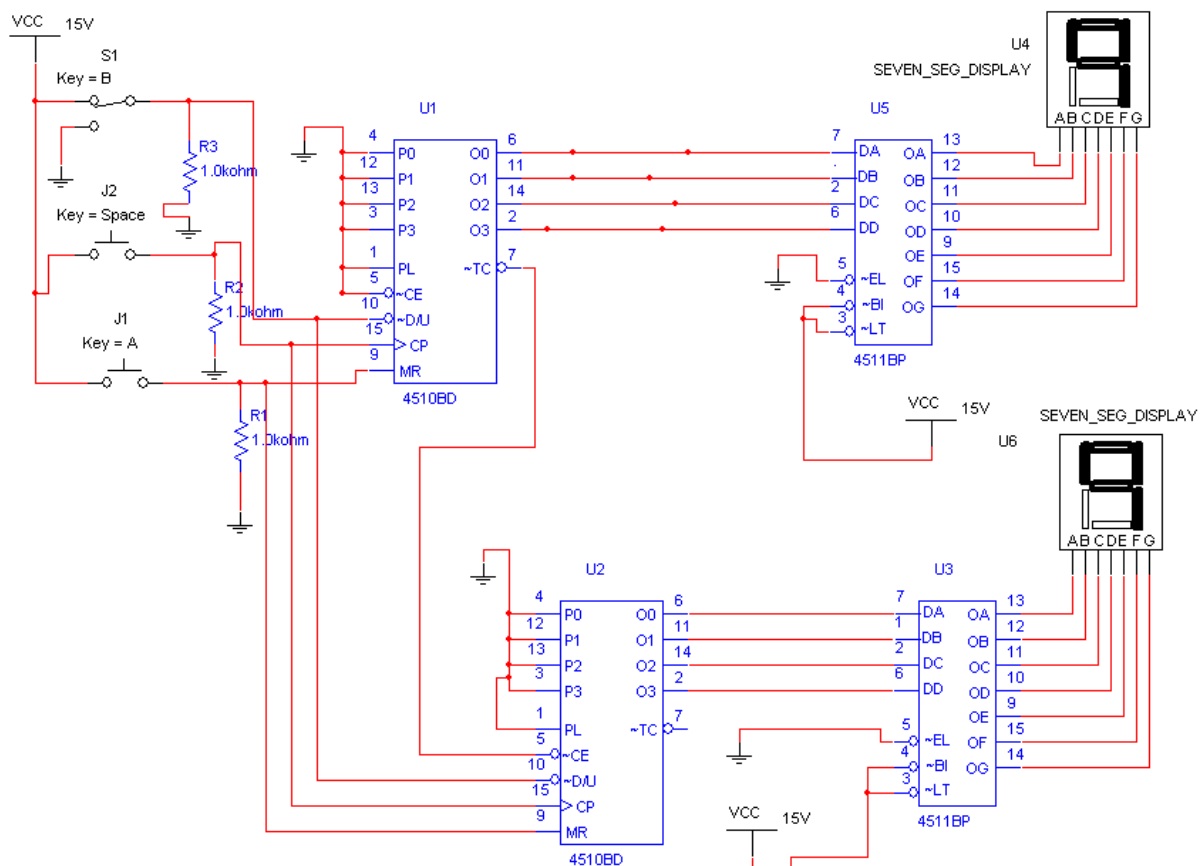
Comptage-décomptage, utilisation des dizaines



Dans ce deuxième schéma, nous allons utiliser un nouveau composant qui va nous permettre de compter mais aussi de décompter. Il intègre également une fonction réinitialisation.

Sur le schéma, le bouton poussoir B permet de commander le comptage ou le décomptage. Lorsque que l'interrupteur est fermé au niveau de

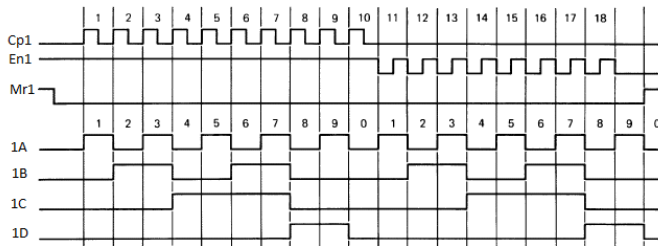
L'alimentation, les impulsions sur le bouton poussoir (nommé J2) effectuent un comptage. Au contraire, quand l'interrupteur est relié à la masse, les impulsions sur le bouton poussoir J2 servent à décompter. Afin de compter les dizaines, on utilise la sortie TC du 4510. Cette sortie est reliée à l'entrée CE du second compteur. Une fois que le premier compteur est plein (jusque 9), il autorisera l'envoi d'informations au compteur des dizaines. Ainsi, à la prochaine impulsion (lorsque les unités affichent 9), le bouton poussoir J2 contrôlera les dizaines alors que les unités repasseront à 0. Le bouton poussoir correspondant à la remise à zéro est commun aux deux compteurs (unités et dizaines) afin de remettre le tout à zéro.



Ce schéma correspond à nos attentes, on peut compter, décompter, remettre à zéro et également la gérer les dizaines pour proposer une plus grande plage de score (de 0 à 99).

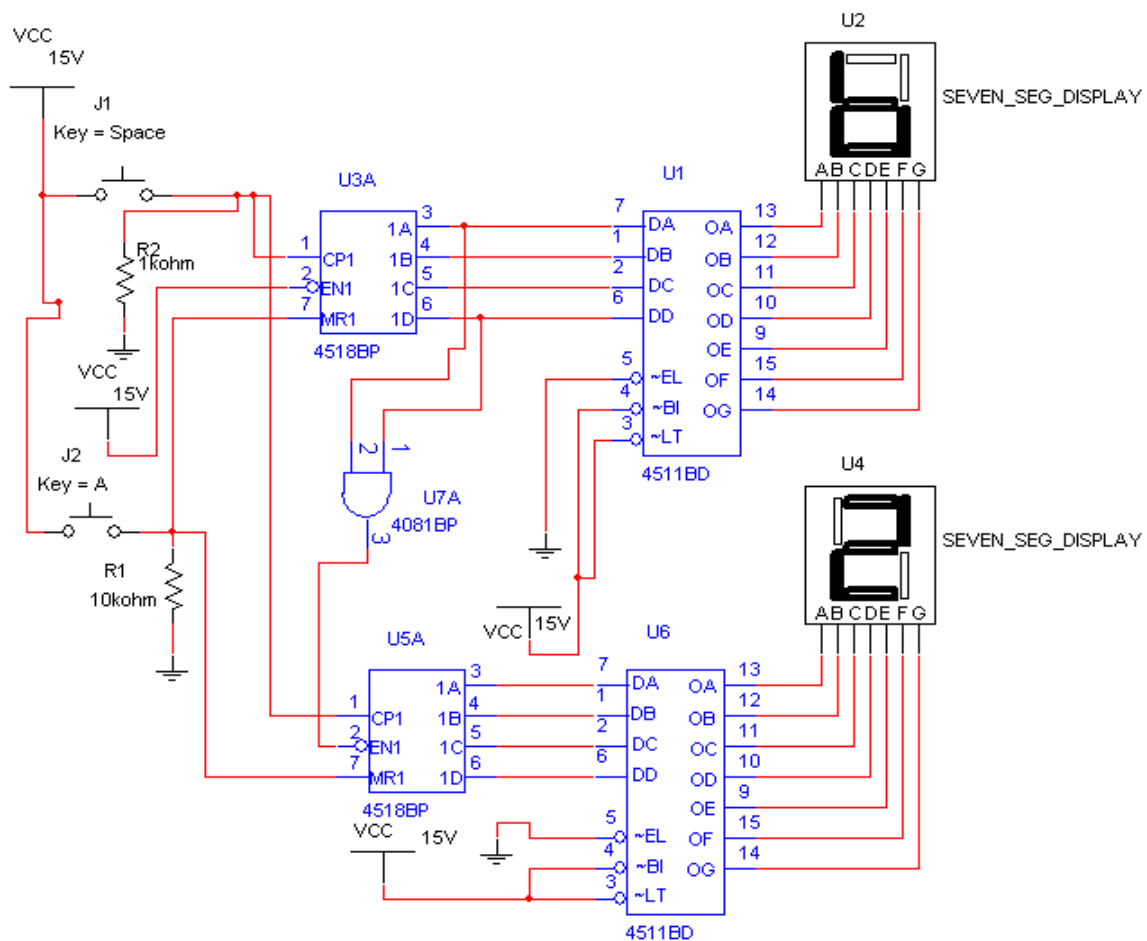
Malheureusement sur Multisim cela ne fonctionne pas alors j'ai réalisé un schéma qui fonctionne mais qui ne propose pas le décomptage.

Schéma fonctionnel sur Multisim



Afin d'utiliser un circuit fonctionnel sur Multisim, j'ai repris le premier composant que nous avons découvert (4518). Mais ce compteur n'inclue pas, à la base, la possibilité de compter les dizaines. Il a donc fallu trouver un moyen afin de commander les dizaines avec un second

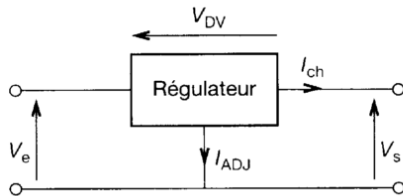
compteur. Sur le même principe que le schéma précédent, nous allons autoriser le compteur des dizaines à être piloté une fois que le compteur d'unités sera rempli. On utilise alors une fonction « ET » sur les branches 3 et 6 du compteur. Ces branches correspondent au chiffre 9. Alors, une fois que les branches 3 et 6 envoient les informations au décodeur, on sait que la prochaine impulsion va commander le compteur des dizaines et faire repasser celui des unités à 0. De cette manière, l'utilisateur pourra commander les dizaines. Cependant, ce composant ne propose pas le décomptage en cas d'erreur. Il est donc préférable de choisir les composants précédents (4510) qui proposent un décomptage et une gestion des dizaines intégrées.



Régulateur de tension intégré

Un régulateur de tension intégré permet quelque soit les variations de la tension d'entrée de délivrer une tension de sortie stable. Il nous faut réguler la tension à l'intérieur des circuits CMOS car les batteries délivrent une tension de 24V et nos circuits acceptent une tension comprise entre 3V et 15V. Afin d'assurer un fonctionnement optimal, nous avons opté pour une tension de 15V au sein des circuits.

RÉGULATEUR INTÉGRÉ TYPE SÉRIE



V_e : tension d'entrée du régulateur.

V_s : tension de sortie du régulateur.

$$V_{DV} = V_e - V_s$$

I_{CH} : courant débité dans la charge (courant de sortie du régulateur).

I_{ADJ} : courant de réglage du régulateur (ADJ : ADJust).

Les pertes

Cependant, un régulateur de tension intégré est contraignant puisqu'il sera amené à chauffer. Il faut à tout prix l'aider à refroidir pour éviter de l'exposer à sa propre destruction. La méthode de refroidissement la plus simple et la plus utilisée consiste à ajouter une pièce appelée radiateur (dissipateur thermique), le plus souvent en alu (parfois en cuivre), qui va augmenter la surface d'échauffement et ainsi répartir les calories, pour finalement diminuer la température du composant lui-même. Naturellement, plus le radiateur sera gros, plus le refroidissement sera efficace.

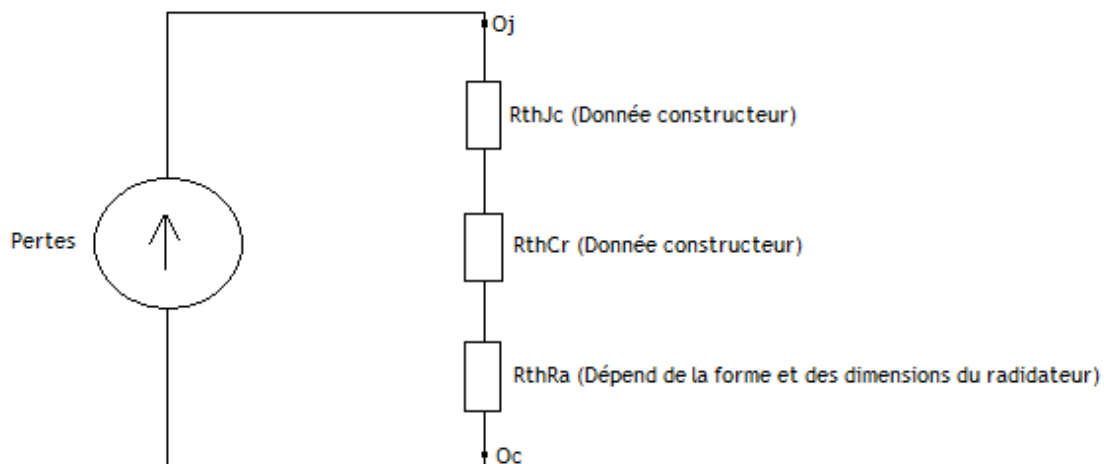
Calculons les pertes dans le régulateur :

$$P = (V_e - V_s) \cdot I_{ch} = (24 - 15) \cdot 1 = 9W$$

Le radiateur (ou dissipateur thermique)

$$R_{thJa} = (O_j - O_c) / P = (150 - 30) / 9 = 13,3^\circ C/W$$

O_j correspond à la température maximum et O_c à la température ambiante : estimée à une trentaine de degrés sur la plage. On en conclue donc qu'il faut dissiper $13,3^\circ C/W$. Nous allons donc calculer la taille du radiateur afin de refroidir au mieux le composant.



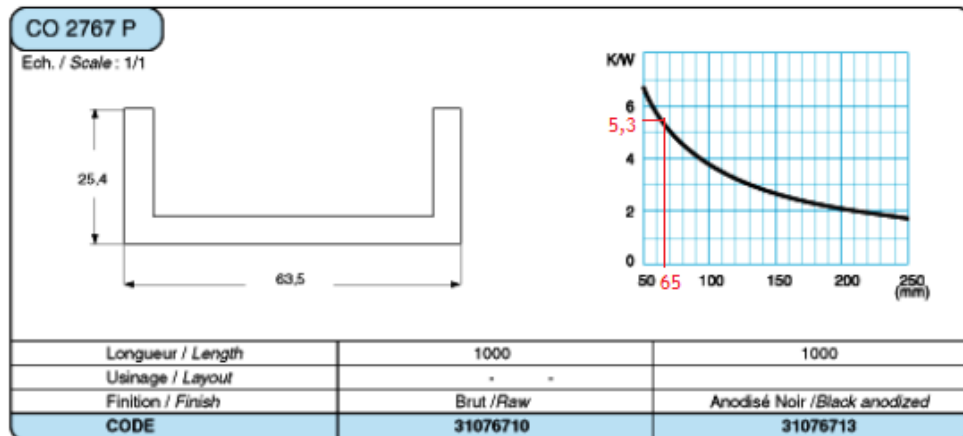
$$R_{thJa} = R_{thJc} + R_{thCr} + R_{thRa}$$

$R_{thJc} = 5^{\circ}\text{C/W}$ | $R_{thCr} = 3^{\circ}\text{C/W}$ (Données constructeur)

$$R_{thRa} = 13,3 - 5 - 3 = 5,3^{\circ}\text{C/W}$$

La résistance thermique du radiateur doit être égale à $5,3^{\circ}\text{C/W}$.

Il existe une très grande panoplie de radiateur. Cependant, pour notre part il faut éviter d'en prendre un trop grand pour qu'il ne soit pas encombrant dans le boîtier.



Ce dissipateur semble convenir nos attentes. Sur la courbe, j'ai disposé les $5,3^{\circ}\text{C/W}$ à dissiper et j'ai ainsi trouvé la longueur du radiateur. Ici, nous avons une longueur d'environ 65 mm. Les dimensions de ce radiateur sont tout à fait dans nos cordes pour l'intégrer facilement au sein du boîtier de l'afficheur avec le reste de l'électronique.

Transistors

Les transistors sont indispensables car la tension entre le circuit de commande et les afficheurs est différente. Le transistor a un rôle d'amplificateur en courant. Il existe plusieurs types de transistors : bipolaire et MOS.

Le transistor bipolaire a pour inconvénient d'avoir une consommation relativement importante. D'un point de vue développement durable, ce n'est pas très avantageux pour nous et les contraintes de notre projet. Le transistor MOS a une consommation très faible par rapport au transistor bipolaire.

IV - Conclusion

De part leurs dimensions, les afficheurs sont visibles à une vingtaine de mètres. C'est tout à fait raisonnable pour la taille d'un terrain de sport sur la plage. Il offre ainsi une visibilité pour les joueurs mais également pour les spectateurs présents lors de l'évènement.

La partie commande est très simple et est ainsi accessible à tous. Un bouton pour compter, un autre pour la remise à zéro et une bascule pour le mode comptage-décomptage.

Au travers de ce projet, j'ai découvert les circuits de comptage. Grâce à ça, j'ai également découvert le logiciel Multisim sur lequel nous avons travaillé avec les différents composants utiles à un circuit de comptage.