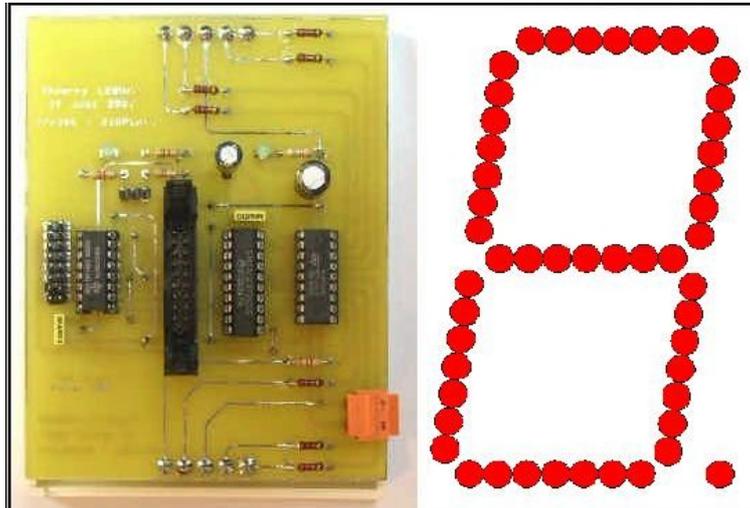


Projet d' Étude et Réalisation
AFFICHEUR A D.E.L



MOKOUNKOLO Yannis
BOUBAULT Thomas

Thierry LEQUEU
Étude et Réalisation
Semestre 3 – Q1



Projet d' Étude et Réalisation
AFFICHEUR A D.E.L

MOKOUNKOLO Yannis
BOUBAULT Thomas

Thierry LEQUEU
Étude et Réalisation
Semestre 3 – Q1

Sommaire

Introduction.....	4
1 Présentation / cahier des charges.....	5
1.1 Mise en situation.....	5
1.2 Expression du besoin.....	5
1.3 Présentation de l'objet technique.....	5
1.3.a Fonction d'usage.....	5
1.4 Description.....	6
1.4.a Diagramme sagittal.....	6
1.4.b Description des liaisons du diagramme sagittal.....	6
1.5 Cahier des charges.....	7
2 Étude du système [1].....	9
2.1 Analyse fonctionnelle du second degré.....	9
2.2 Schéma structurel.....	10
3 Mise au point de la carte.....	11
3.1 Travail préliminaire.....	11
3.2 Calcul des résistances.....	12
3.2.a Consommation de l'afficheur.....	13
3.3 Réalisation d'une plaque d'essai.....	14
3.4 Étude des composants.....	15
3.5 Réalisation du typon.....	16
3.6 Étude de prix.....	18
4 Réalisation de la carte	19
4.1 Travail réalisé.....	19
4.1.a Planning réalisé.....	19
4.1.b Travail réalisé par semaines.....	20
Conclusion.....	23
Annexe 1 : afficheur en taille réelle.....	27
Annexe 2 : représentation des dix chiffres et exemple de mot à afficher.....	28
Annexe 3 : schéma structurel.....	29
Annexe 4 : typon de la plaque d'essai.....	30
Annexe 5 : implantation des composants.....	31
Annexe 6 : documentations constructeurs des principaux composants de notre projet.....	32

Introduction

L'objet de notre travail en étude et réalisation du troisième semestre est d'adapter un afficheur déjà existant, composé de quatre chiffres, pour l'épreuve de karting « départ-arrêté » de 50 mètres, à laquelle participe l'I.U.T.. En effet, celui-ci doit être capable d'afficher en temps réel, le temps de passage d'un pilote, et ceux-ci grâce aux informations gérées par un micro-contrôleur. L'afficheur que nous allons mettre au point sera composé de diodes électroluminescentes.

Nous verrons dans une première partie, au travers d'une mise en situation et d'une présentation du projet, le fonctionnement de cet afficheur, puis nous verrons quel est son but principal. L'analyse fonctionnelle ainsi que la description du schéma structurel seront présentés dans une seconde partie, avant de détailler la mise au point de la carte et de toutes les modifications que nous lui avons apporté.

Enfin, nous ferons la comparaison du travail que nous avons prévu de faire avec celui que nous avons réellement effectué, puis nous conclurons sur l'ensemble du projet et de ce qu'il nous a apporté.

1 Présentation / cahier des charges

1.1 Mise en situation

Le club kart de l'I.U.T G.E.I.I met en œuvre, par l'intermédiaire d'élèves intéressés et volontaires, des véhicules types « karting ». Les membres participent à l'élaboration technique des kart et ont la possibilité de courir aux compétitions auxquelles le club est inscrit ou que celui-ci organise.

Des projets basés autour du karting sont aussi créés lors des travaux d'études et réalisations par les élèves de l'I.U.T. Parmi ceux-ci, on retrouve par exemple le module affichage, comprenant un petit écran situé sur le volant et censé informer le pilote sur sa vitesse entre autre, ou le module « départ arrêté », comprenant notamment une partie *affichage*. C'est sur cette partie que nous avons concentré notre travail.

1.2 Expression du besoin

Les épreuves du « départ arrêté » de karting se déroulent sur cinquante mètres minimum. C'est pour que les résultats des coureurs soient visibles à une distance au moins identique que la partie affichage a été créée. En effet, il existe déjà une version de ce module, composé de quatre afficheurs sept segments. Celui-ci étant trop petit, nous avons porté notre étude sur la même base d'afficheur, mais plus grand et cette fois-ci avec des Diodes électroluminescentes.

1.3 Présentation de l'objet technique

1.3.a Fonction d'usage

Le système technique permet d'afficher clairement un résultat.

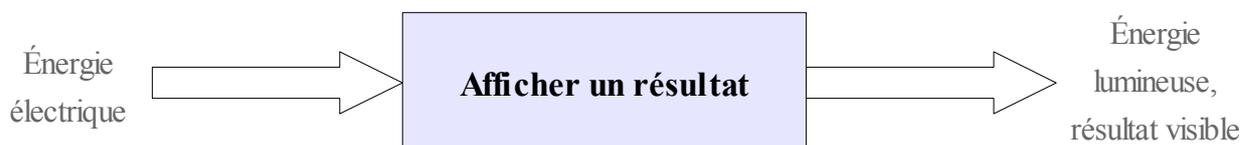


Illustration 1: fonction d'usage

1.4 Description

1.4.a Diagramme sagittal

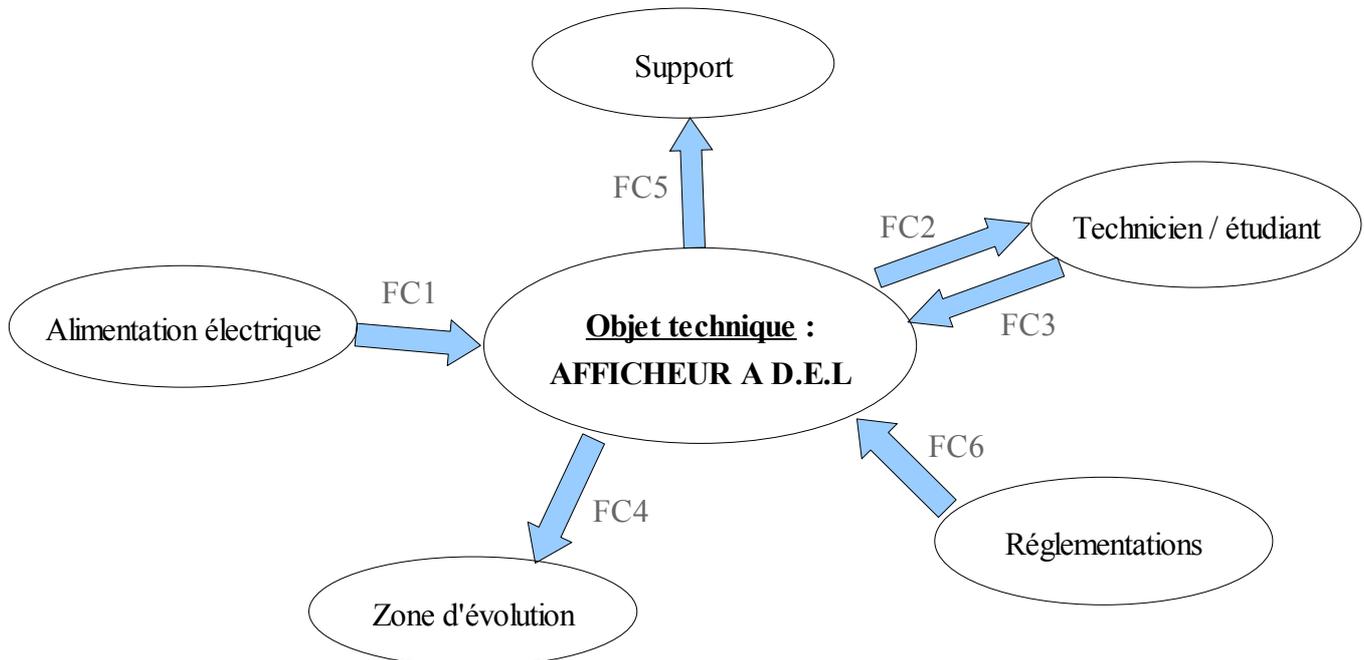


Illustration 2: diagramme sagittal

1.4.b Description des liaisons du diagramme sagittal

– **FC1 : alimentation en énergie**

L'énergie électrique est essentielle pour que l'objet technique fonctionne. L'afficheur à D.E.L est alimenté en +5V, +15V.

– **FC2 : mise en place**

Il est nécessaire d'adapter l'animation lumineuse générée par l'afficheur dans le milieu où il est utilisé. Dans notre cas les diodes électroluminescentes sont rouges, mais le positionnement de l'afficheur est important pour sa visibilité.

– **FC3 : maintenance**

Le technicien ou l'étudiant qui est chargé de la maintenance de l'afficheur doit pouvoir agir sur les propriétés de celui-ci. C'est en agissant sur le programme implanté dans le micro contrôleur qu'il fera varier l'afficheur.

– **FC4 : prendre en compte la zone d'évolution**

Il est important que l'afficheur ait une zone d'évolution maximale pour qu'il mette au maximum à profit son utilisation.

– **FC5 : fixation rapide et sécurisée**

L'objet technique doit être capable de s'adapter à tous ses lieux d'utilisation tout en restant sécurisée.

– **FC6 : satisfaire aux normes de sécurités**

L'objet technique ne doit respecter les règles de sécurités électrique en évitant de mettre en danger la vie d'autrui.

1.5 Cahier des charges

Notre projet est porté sur l'étude du module affichage autour du karting et composé de quatre afficheurs sept segments de grandes tailles. Notre travail consiste, en utilisant les bases de l'afficheur déjà créé, à permettre une meilleure visibilité de celui-ci à longue distance.

L'afficheur est utilisé pour les épreuves de départ-arrêté de karting, et les temps de parcours ont besoin d'être visibles à une distance d'au moins 50 mètres. L'objectif principal de notre projet sera de recréer un afficheur à quatre chiffres mais plus grand pour être mieux vu, et de plus loin. Les quatre afficheurs indiquent successivement les secondes et les dixièmes de secondes.

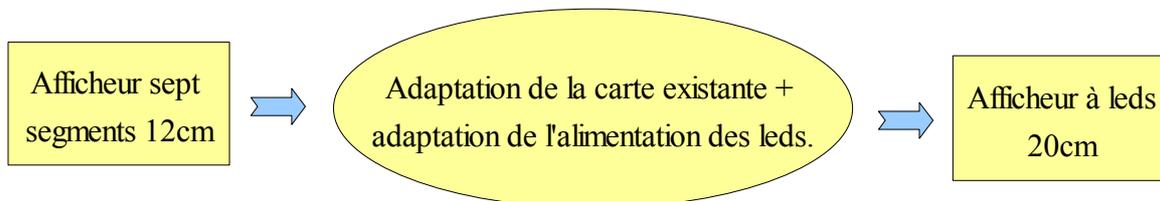


Illustration 3: adaptation de l'afficheur

L'afficheur est représenté sur en [annexe 1](#) en taille réelle. Les diodes que nous utilisons sont des diodes de 10mm. Les segments horizontaux en sont composés de 8, et les verticaux de 7. Les représentations respectives de 10 chiffres allant de 0 à 9 sont données en [annexe 2](#).

Si le temps nous le permet, nous essaierons également de réaliser des fonctions annexes, comme de faire apparaître et clignoter des mots au départ et à l'arrivée des épreuves. Nous pourrions mettre au point cette fonction en agissant sur la programmation du micro contrôleur.

Les mots seront visibles en affichant successivement les lettres une par une.

Exemple de mots : **r-e-a-d-y**, **s-t-a-r-t**, ...

Suivant les directives qui nous ont été données, nous avons mis au point un planning prévisionnel des travaux à effectuer.

Le travail est réparti en quatre étapes principales :

- Choix et découverte du sujet
- Mise au point d'un prototype
- Réalisation des quatre afficheurs et tests
- Mise au point de variantes d'affichage par la programmation du micro contrôleur, si le temps nous le permet

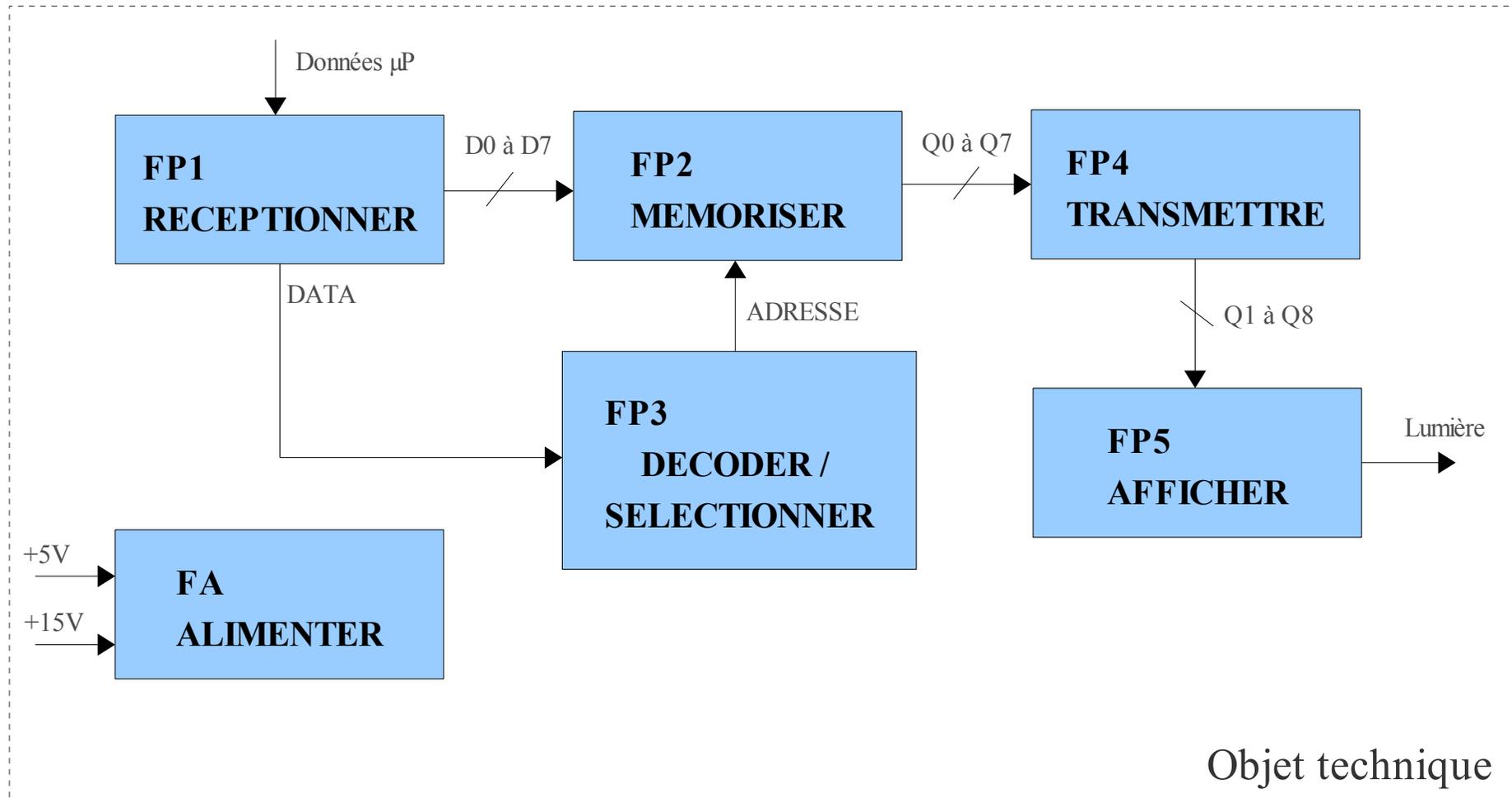
Voici le tableau des tâches à réaliser que nous avons mis au point dès le début de l'étude du projet :

SEMAINES OBJECTIFS	37	38	39	40	41	42	43	45	47	48	49	50
Choix du sujet, familiarisation, début des recherches, réalisation du cahier des charges												
Remise du cahier des charges												
Tests de diodes, choix de segments simple ou double rangées, commande des composants												
Mise au point du schéma structurel, réalisation du typon												
Réalisation d'une carte et d'un seul afficheur												
Réalisation des quatre afficheurs et tests												
Remise du prototype et test grandeur nature												

Tableau 1: planning prévisionnel du travail à réaliser

2 Étude du système [1]

2.1 Analyse fonctionnelle du second degré



2.2 Schéma structurel

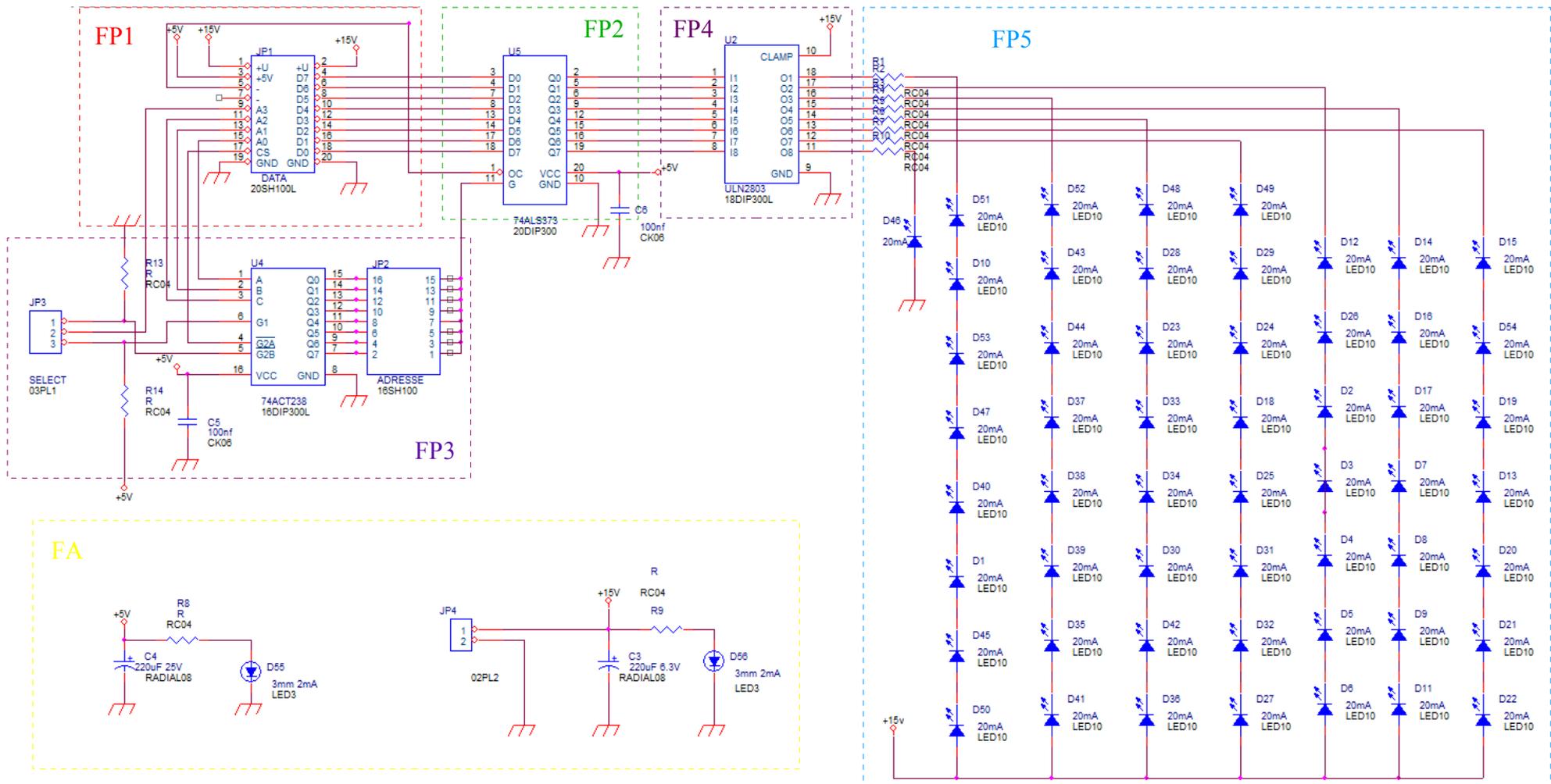


Illustration 4: schéma structurel d'une carte afficheur avec découpage des fonctions principales

3 Mise au point de la carte

3.1 Travail préliminaire

L'afficheur que nous avons décidé de mettre au point, et par la suite dupliqué en quatre, est composé de sept segments. Ces segments comportent sept diodes électroluminescentes. C'est en faisant des essais que nous avons décidé que les segments horizontaux et verticaux comprendraient sept segments ([voir annexe 1](#)).

En adaptant nos segments avec les schéma d'un afficheur sept segments, voici ce que nous obtenons :

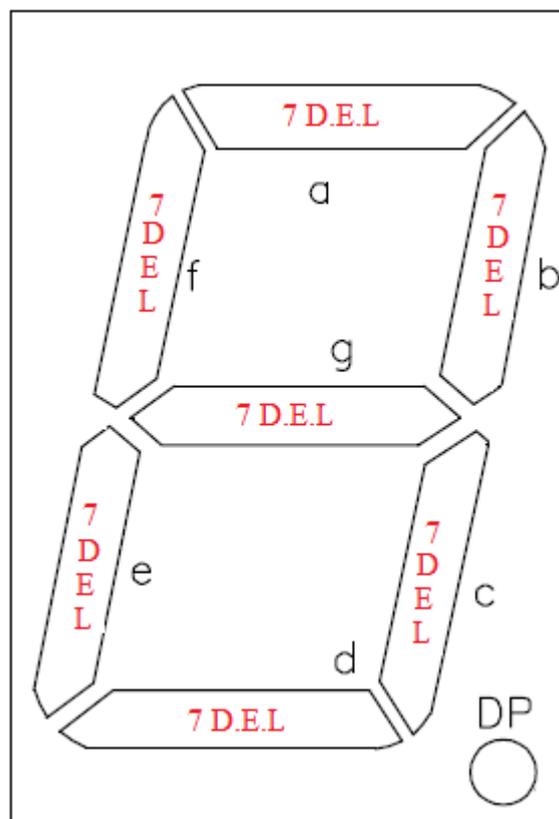


Illustration 5: adaptation des D.E.L aux segments

Nous nous sommes rendu compte qu'il était possible d'adapter des D.E.L à la place des segments, d'après la documentation technique de l'ancien afficheur. En effet, chaque segments de celui ci sont composés de diodes électroluminescentes rouges au gallium.

En fonction des sorties du ULN2803, nous avons donc rajoutés les D.E.L en série ([voir schéma structurel](#)).

Le composant ULN2803 est un réseau de transistor, dit à collecteur ouvert. Cela veut dire que les segments ou les D.E.L reliés en sortie (Q1 à Q8) doivent être à anodes commun. Dans notre cas, les diodes sont donc à anodes communes.

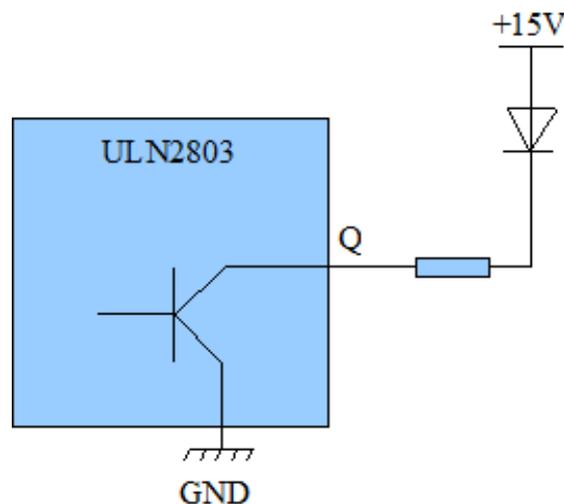


Illustration 6: schéma interne partiel du ULN2803 avec sortie à collecteur ouvert

Les anodes communes sont reliées au +15V, et il faut donc un « zéro » en sortie du composant ULN2803 pour qu'il y ait une différence de potentiel aux bornes des diodes.

Nous avons également relié entre les sorties Q1 à Q8 et les cathodes, des résistances de limitation de courant pour obtenir une luminosité maximale.

3.2 Calcul des résistances

Comme nous avons des segments composés de sept D.E.L, plus une D.E.L qui caractérise le point décimal, nous avons besoin de calculer deux valeurs de résistances différentes.

Les formules de calculs de ces résistances sont données à la page suivante.

Formule de calcul de résistance : $R = \frac{(V_e - n * V_f)}{I_f}$ avec n : nombre de D.E.L par segment.

D'après la documentation technique de la diode électroluminescente de 10mm, $I_f = 20\text{mA}$ (pour un éclairage optimal) et $V_f = 1,9\text{V}$.

Segments de sept D.E.L : $R = \frac{(V_e - 7 * V_s)}{I_f} = \frac{(15 - 7 * 1,9)}{(20 * 10^{-3})} = 85 \Omega$

En valeur normalisée, $R = 91 \Omega$ **série E24**.

Point décimal : $R_p = \frac{(V_e - V_f)}{(20 * 10^{-3})} = 655 \Omega$

En valeur normalisée, $R_p = 649 \Omega$ **série E48**.

Voici le résultat de la simulation réalisée à partir du logiciel *Crocodile Clip* :

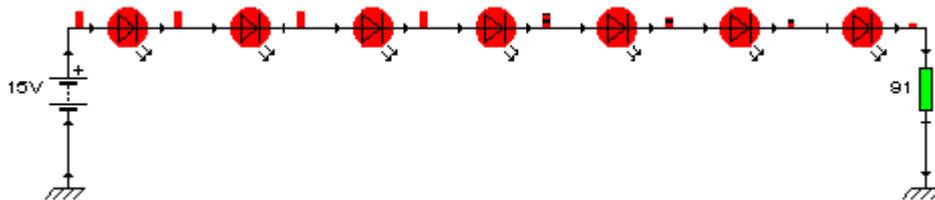


Illustration 7: segment composé de sept D.E.L.

On remarque bien que l'éclairage des D.E.L est optimal et que notre choix de résistance est tout à fait adapté.

3.2.a Consommation de l'afficheur

Les quatre afficheurs sont composés de 50 D.E.L et de sept segments consommant chacun 20mA, ainsi qu'un point décimal.

$$I_t = (7 * 4 * 20 * 10^{-3}) + (4 * 20 * 10^{-3})$$

$$I_t = 0,64 A$$

Avec le point décimal et au moins une D.E.L allumée par segment, le montage consommera une intensité totale de 0,64A.

3.3 Réalisation d'une plaque d'essai

Pour acquiescer de la bonne luminosité des segments réalisés avec des D.E.L, nous avons créé une plaque d'essai, uniquement composée de D.E.L en série avec une résistance. Le typon fut élaboré à l'aide du logiciel *Wincircuit*.

Nous retrouvons ce typon en [annexe 3](#).

Dans la réalisation de cet afficheur dit d'essai, nous avons opté pour les segments horizontaux en huit D.E.L et les verticaux en sept. Nous pensions avoir un afficheur plus « esthétique » en proposant des segments plus long sur la hauteur. C'est en revenant sur le calcul de la résistance de limitation que nous nous sommes rendu compte qu'il était impossible d'obtenir une intensité d'au moins 20mA dans les D.E.L.

$$\text{En effet : } R = \frac{(Ve - n * Vf)}{If} = \frac{(15 - 8 * 1,9)}{(20 * 10^{-3})} = -10 \Omega$$

Cela signifie que même sans résistance, la tension d'alimentation +15V ne suffit pas à alimenter autant de D.E.L en série.

Voici le résultat des simulations réalisée à partir du logiciel *Crocodile Clip* :

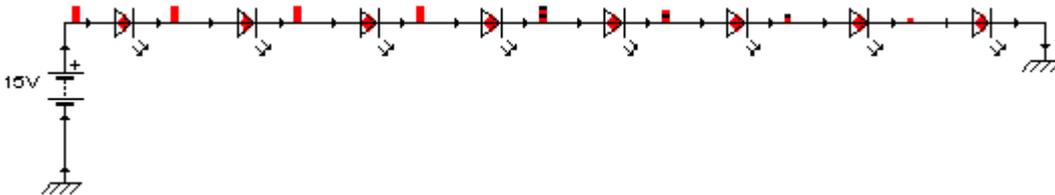


Illustration 8: segment composé de huit D.E.L.

Cependant il est possible d'augmenter un petit peu la tension d'alimentation des diodes de 1 ou 2V pour obtenir une intensité suffisante. Voici le nouveau calcul de la résistance de limitation pour un segment de huit D.E.L :

$$R = \frac{(Ve - n * Vf)}{If} = \frac{(16 - 8 * 1,9)}{(20 * 10^{-3})} = 40 \Omega$$

En valeur normalisée, $R = 43 \Omega$ **série E24**.

En réitérant l'opération de test sur *Crocodile Clip*, nous avons obtenu un résultat satisfaisant. ([voir segment huit D.E.L](#)).

Finalement, nous avons opté pour un afficheur avec les segments horizontaux composés de sept D.E.L et les segments verticaux, plus long, composés de huit D.E.L.

3.4 Étude des composants

C'est à l'aide du logiciel *Orcad (Capture CIS et Layout Plus)* que nous avons réalisé le [schéma structurel](#) d'une carte, ainsi que le typon.

Nous sommes partie du schéma déjà existant, puis nous avons adapté les D.E.L en fonction des sorties du ULN2803.

Au total, nous avons besoin de 54 D.E.L par afficheur multiplié par quatre pour le panneau d'affichage complet = 216 D.E.L.

Voici la nomenclature reprenant les composants du [schéma structurel](#) d'une carte :

N°	Quantité	Référence	Désignation	Empreinte
1	2	C5, C6	100nF	CK06
2	1	C3	220µF 6,3V	RADIAL08
3	1	C4	220µF 25V	RADIAL08
4	2	D55, D56	3mm 2mA	LED3
5	50	D1 à D54	10mm 20mA	LED10
6	1	JP1	DATA	20SH100L
7	1	JP2	ADRESSE	16SH100
8	1	JP3	SELECT	03PL1
9	1	JP4	+15V	02PL2
10	7	R1 à R7	91	RC04
11	1	R8	1,5k	RC04
12	1	R9	6,8k	RC04
13	1	R10	649	RC04
14	2	R14, R13	4,7k	RC04
15	1	U2	ULN2803	18DIP300L
16	1	U4	74ACT238	16DIP300L
17	1	U5	74LS373	20DIP300

Tableau 2: tableau reprenant l'ensemble des composants d'un seul afficheur du projet

3.5 Réalisation du typon

A partir du schéma structurel réalisé avec l'aide d'*Orcad Capture*, nous avons créé un typon sur *Orcad Layout*. Nous avons fait en sorte de « délimiter » la carte avec les D.E.L en installant les autres composants entre les segments.

Voici les différentes faces du typon :

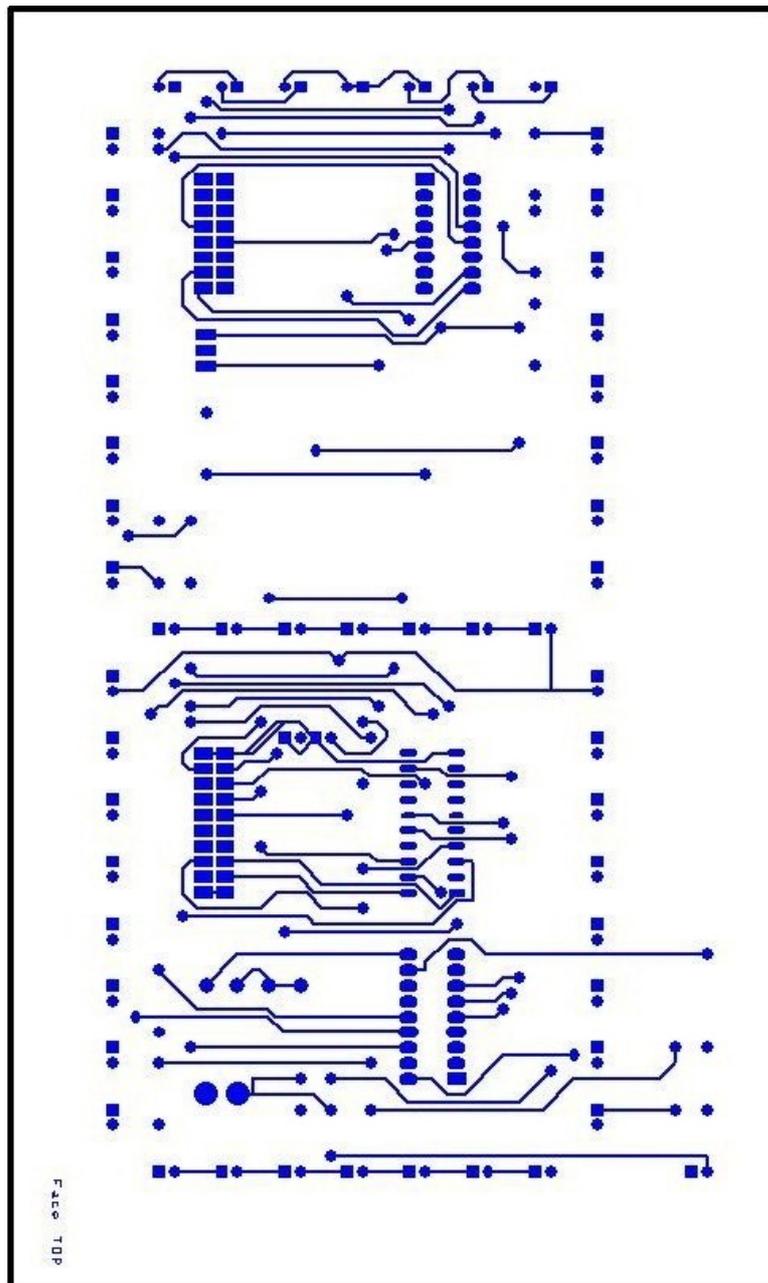


Illustration 9: typon d'un afficheur face TOP

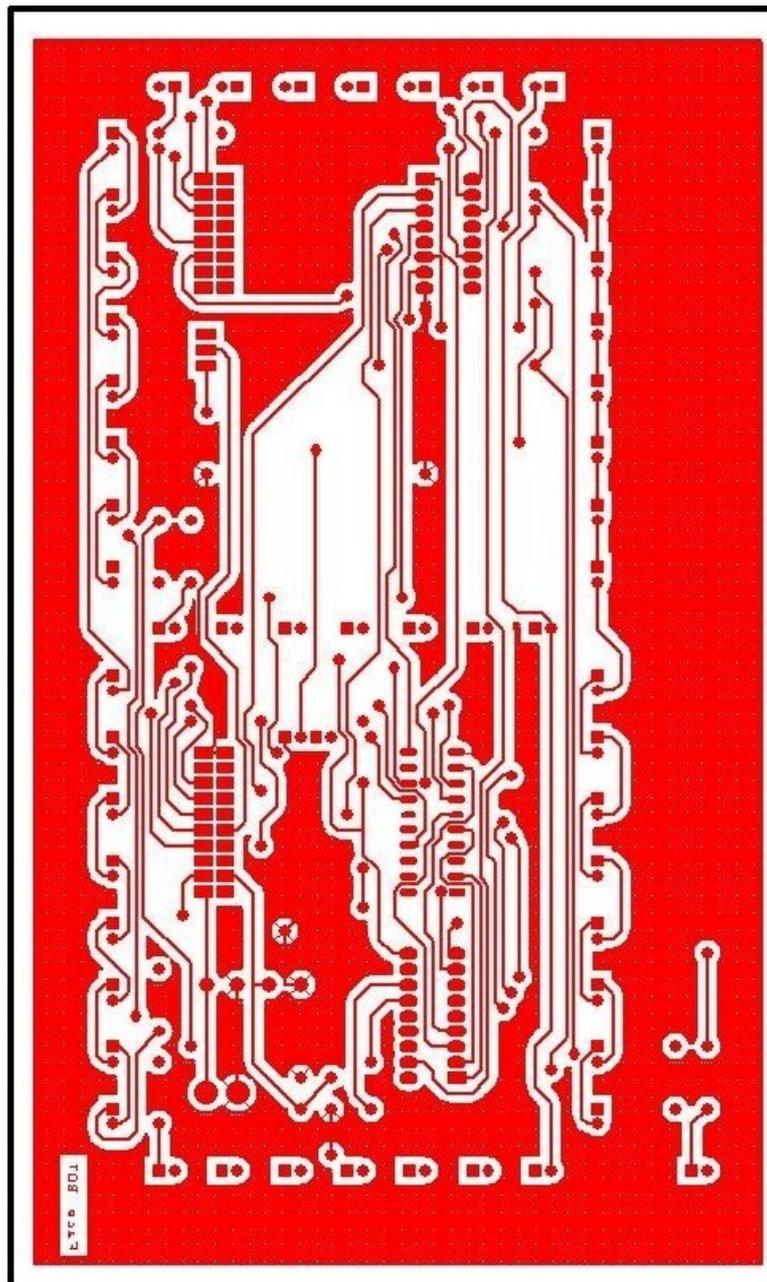


Illustration 10: typon d'un afficheur face BOTTOM

L'implantation des composants des données en [annexe 5](#). On remarque sur cette implantation et sur le typon que les segments ne sont pas inclinés comme prévu initialement, mais qu'il sont droits. Ceci est dû à un manque de temps, nous avons préféré aller au plus vite en mettant au point un typon plus simple.

3.6 Étude de prix

Pour connaître le coût total d'un tel projet, nous avons cherché le prix de chaque composant à l'aide de l'entreprise *Radiospares*, grâce à leur catalogue et à leur support interne. [2]

Dans le tableau suivant figure donc tous ces tarifs en fonction de la référence du produit, de la quantité souhaitée et du prix constructeur.

Référence	Quantité	Prix à l'unité en €	Prix total en €
C5, C6	2	0,2	0,4
C3	1	0,31	0,31
C4	1	2,06	2,06
D55, D56	2	0,23	0,46
D1 à D54	54	0,17	9,69
JP1	1	0,2	0,2
JP2	1	0,2	0,2
JP3	1	0,2	0,2
JP4	1	0,2	0,2
R1 à R7	7	0,15	1,07
R8	1	0,15	0,15
R9	1	0,15	0,15
R10	1	0,15	0,15
R14, R13	2	0,15	0,15
U2	1	2,97	2,97
U4	1	1,59	1,59
U5	1	0,86	0,86
		Total en €	20,81 €

Tableau 3: tableau d'étude du prix pour la réalisation d'un afficheur

Dans ce tableau figure donc tous les tarifs pour la réalisation d'un seul afficheur. Le projet complet en étant composé de quatre, le prix du projet complet est équivalent à quatre fois celui ci :

$$\text{Prix du projet} = 4 * 20,81 = 83,24 \text{ €}.$$

4 Réalisation de la carte

Dans cette partie nous verrons le travail que nous avons réellement fournis, en comparaison avec le planning prévisionnel.

4.1 Travail réalisé

4.1.a Planning réalisé

Voici le planning prévisionnel réel des tâches que nous avons réalisée :

SEMAINES OBJECTIFS	37	38	39	40	41	42	43	45	47	48	49	50
Choix du sujet, familiarisation, début des recherches, réalisation du cahier des charges												
Remise du cahier des charges												
Tests de diodes, choix de segments simple ou double rangées, commande des composants												
Mise au point du schéma structurel, réalisation du typon												
Réalisation d'une carte et d'un seul afficheur												
Réalisation des quatre afficheurs et tests												
Remise du prototype et test grandeur nature												

Tableau 4: *planning des tâches réalisées en comparaison avec le planning réel*

Les zones grisées claires sont les tâches que nous aurions dû réaliser. En effet, nous n'avons pu remettre à temps un prototype fonctionnel du projet. La zone grisée de la semaine 40 correspond à la formation sur le logiciel *Orcad* à laquelle nous avons assisté.

Le travail qu'il nous restait à faire est la mise au point d'un afficheur puis des trois autres. Une fois ceux ci créés, nous aurions trouvé un système de fixation, puis nous aurions effectué des tests pour vérifier la fiabilité du projet.

Nous aurions pu également, comme nous l'avions envisagé, et si le temps nous l'avait permis, agir sur la programmation. En effet, en changeant le codage en « langage C » du micro contrôleur, nous aurions pu afficher des mots comme ceux présentés en [annexe 2](#).

4.1.b Travail réalisé par semaines

Dans cette partie figurent les travaux réalisés au fil des semaines.

Semaine 37 :

Nous avons choisi le projet sur lequel nous allions travailler : afficheur géant à D.E.L. Nous avons pris connaissance du sujet puis commencé réfléchir à une carte de test. Nous avons également mis au point un planning prévisionnel des tâches à réaliser pendant toute la durée du projet, puis nous avons débuté la rédaction d'un cahier des charges.

Semaine 38 :

Nous avons continué à prendre connaissance du sujet puis cherché des informations sur les diodes électroluminescentes de 10mm. Nous en avons trouvé plusieurs types sur le site de *Radiospares*, correspondant toutes aux caractéristiques des diodes dites « normales » de diamètre inférieur. Consommation pour luminosité optimale = 20mA. Tension = 1,9V.

De plus, nous avons complété le cahier des charges du projet.

Semaine 39 :

Nous avons remis le cahier des charges avec l'illustration et la présentation du projet et avec le planning prévisionnel.

Nous avons également commencé la mise au point d'un afficheur de test à l'aide du logiciel *Wincircuit*, pour ainsi définir les différentes valeurs à donner aux composants et avoir une idée concrète du produit. Nous avons au départ hésité entre des afficheurs a segments en double rangés de D.E.L, et nous avons utilisé une carte de test déjà existante pour nous faire notre propre idée.

Semaine 40 :

Nous avons été formé sur *Orcad Layout*. Nous n'avons pas fait de tests cette semaine la. Nous avons mis au point un typon sur *WinCircuit* afin de créer un afficheur de test. (nous avons opté pour des afficheurs simple segments).

Nous avons au préalable préparé une simulation de cette carte test à l'aide du logiciel *Crocodile Clip* pour nous guider sur la valeur des résistance à choisir en fonction de l'alimentation, et pour obtenir un bon fonctionnement des diodes.

Semaine 41 :

Nous avons commencé a réaliser la carte de test : impression du typon + réalisation de la carte + perçage + implantation de quelques diodes. Nous avons réalisé cette semaine la deux segments. Problèmes rencontrés : les diodes sont suffisamment lumineuse, mais elle doivent être parfaitement alignées pour que les segments soient bien visibles.

Solution : créer et réaliser des afficheurs avec le plus grand soins possible, en commençant par un bon typon sur *Orcad*. Le soudage des diodes devra être minutieux.

Semaine 42 :

Nous avons continué les tests sur la carte avec les sept segments, puis nous avons fait la différence entre la luminosité des diodes de 8mm et des diodes de 10mm. En effet, pour des raisons de problèmes de commandes, nous avons du envisager le fait d'utiliser des D.E.L plus petites.

De plus, nous avons réalisé cette semaine la un schéma fonctionnel sur *Orcad*.

Semaine 43 :

Nous avons continué le schéma sur *Orcad* puis nous avons commencé la réalisation du typon. D'après la documentation constructeur du ULN2803, nous nous sommes rendu compte que ses sorties étaient à collecteur ouvert, et que donc les D.E.L reliés étaient à anodes communes.

Semaine 45 :

Nous avons continué la réalisation du typon. Problèmes rencontrés : Les pattes du composant 74ALS373 n'étaient pas en face des deux autres composants, à savoir le ULN2803 et le connecteur DATA. Aide : documentation constructeur du 74ALS373

Solution : la solution fut donc de changer manuellement sur le schéma structurel l'ordre des pistes d'entrées et de sorties pour éviter le croisement des connexions sur le typon, pour qu'il soit plus simple et plus lisible.

Semaine 46 :

Nous avons fait des finitions sur le typon puis nous avons commencé le dossier. C'est la dessus que nous avons principalement travaillé cette semaine la.

Semaine 47 :

Nous avons créé la carte à l'aide du typon sur *Orcad*. Nous avons pris soin de bien synchroniser sur la carte les deux faces TOP et BOTTOM. Par la suite nous avons commencé à souder quelques composants, notamment les « via ». Nous avons en même temps mis à jour notre dossier.

Semaine 48 :

Nous avons fait toutes les recherches de documentations constructeurs pour la finition du dossier. Nous avons continué la réalisation de celui ci.

Semaine 49 :

Nous n'avons pu obtenir les composants pour les souder sur la carte. Nous avons en conséquence soudé les résistances de limitations que nous avons calculé.

Semaine 50 :

Nous n'avons toujours pas pu obtenir les composants nécessaires à la réalisation de notre carte. Nous avons donc axé notre travail entièrement sur la réalisation du dossier.

Conclusion

Durant onze semaine, nous avons fait l'étude de notre projet, à savoir un afficheur géant à diodes électroluminescentes.

Nous n'avons pas pu arriver au terme de celui-ci faute de temps et de disponibilité des composants. Ce projet nous a tout de même permis d'apprendre à gérer un projet en autonomie aussi bien sur le point de vue technique que budgétaire, ce qui n'avait été le cas que partiellement en première année.

Nous regrettons cependant le choix de notre sujet qui ne nous a pas complètement motivé jusqu'au bout. Nous n'avons pas réussi à bien gérer notre temps malgré un planning prévisionnel mis en place dès le début de l'étude, ce qui a directement influé sur la réalisation du projet.

Index des illustrations

Illustration 1: Fonction d'usage.....	5
Illustration 2: diagramme sagittal.....	6
Illustration 3: adaptation de l'afficheur.....	7
Illustration 4: schéma structurel d'une carte afficheur avec découpage des fonctions principales....	10
Illustration 5: adaptation des D.E.L aux segments.....	11
Illustration 6: schéma interne partiel du ULN2803 avec sortie à collecteur ouvert.....	12
Illustration 7: segment composé de sept D.E.L.....	13
Illustration 8: segment composé de huit D.E.L.....	14
Illustration 9: typon d'un afficheur face TOP.....	16
Illustration 10: typon d'un afficheur face BOTTOM.....	17
Illustration 11: représentation d'un afficheur sept segments à diodes électroluminescentes.....	27
Illustration 12: représentation respective des dix chiffres d'un afficheur.....	28
Illustration 13: exemple du mot "ready" à faire défiler sur l'afficheur.....	28
Illustration 14: exemple du mot « start » à faire défiler sur l'afficheur.....	28
Illustration 15: schéma structurel d'une carte afficheur.....	29
Illustration 16: typon de la plaque d'essai.....	30
Illustration 17: implantation des composants d'une carte afficheur.....	31

Index des tableaux

Tableau 1: planning prévisionnel du travail à réaliser.....	8
Tableau 2: tableau reprenant l'ensemble des composants d'un seul afficheur du projet.....	15
Tableau 3: tableau d'étude du prix pour la réalisation d'un afficheur.....	18
Tableau 4: planning des tâches réalisées en comparaison avec le planning réel	19

Bibliographie

- Thierry Lequeu : "Documentation en ligne", www.thierry-lequeu.fr, [2007]
- Radiospares : "liste des composants", www.radiospares.fr, [2007]

Annexe 1 : afficheur en taille réelle

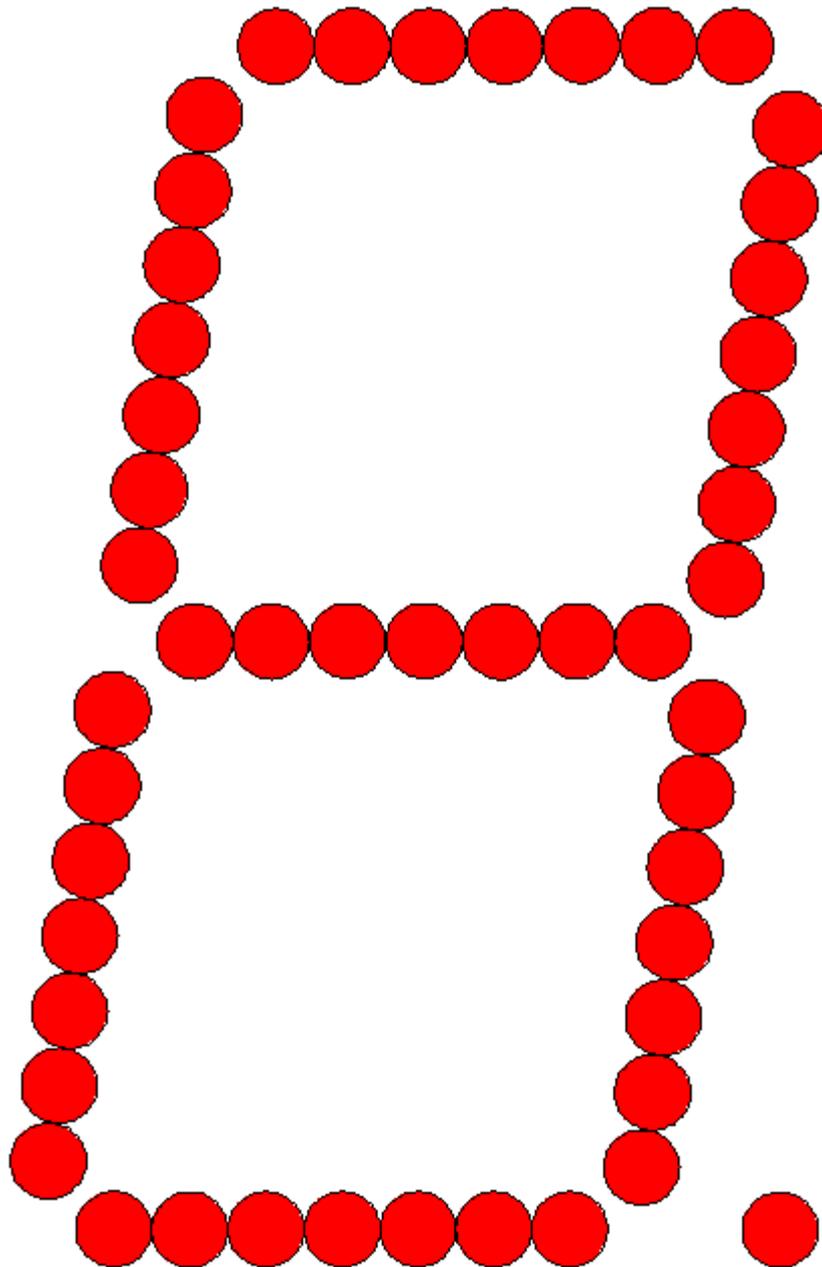


Illustration 11: représentation d'un afficheur sept segments à diodes électroluminescentes.

Annexe 2 : représentation des dix chiffres et exemple de mot à afficher

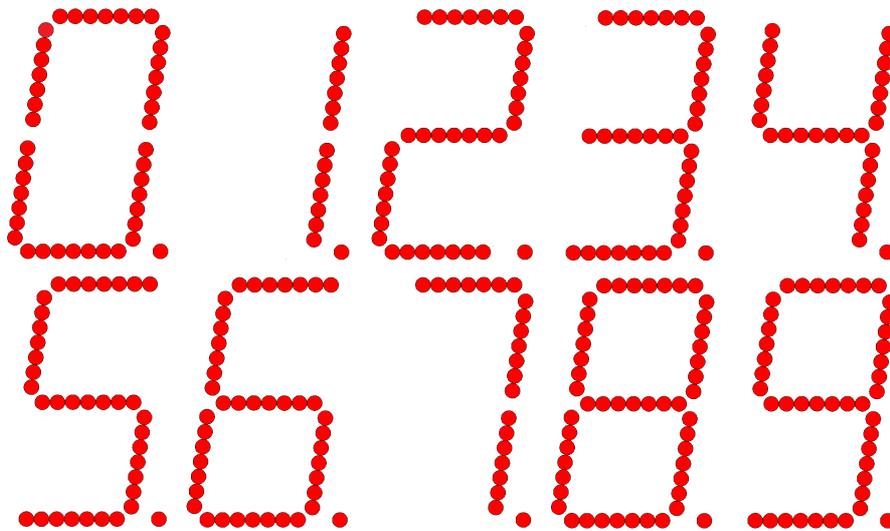


Illustration 12: représentation respective des dix chiffres d'un afficheur.

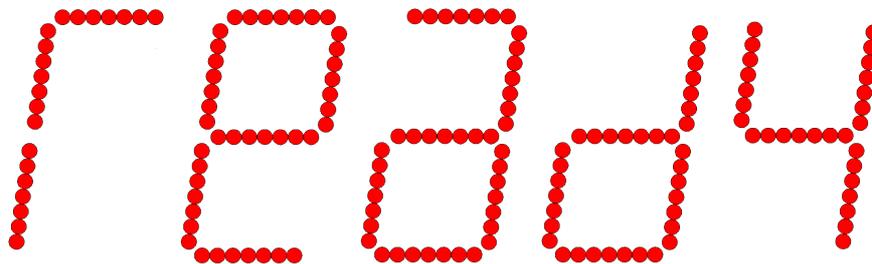


Illustration 13: exemple du mot "ready" à faire défiler sur l'afficheur

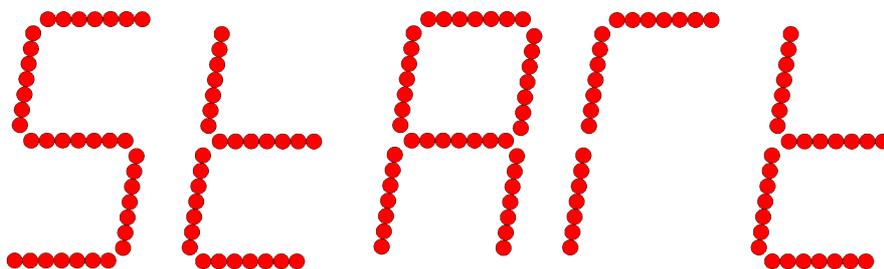


Illustration 14: exemple du mot « start » à faire défiler sur l'afficheur

Annexe 3 : schéma structurel

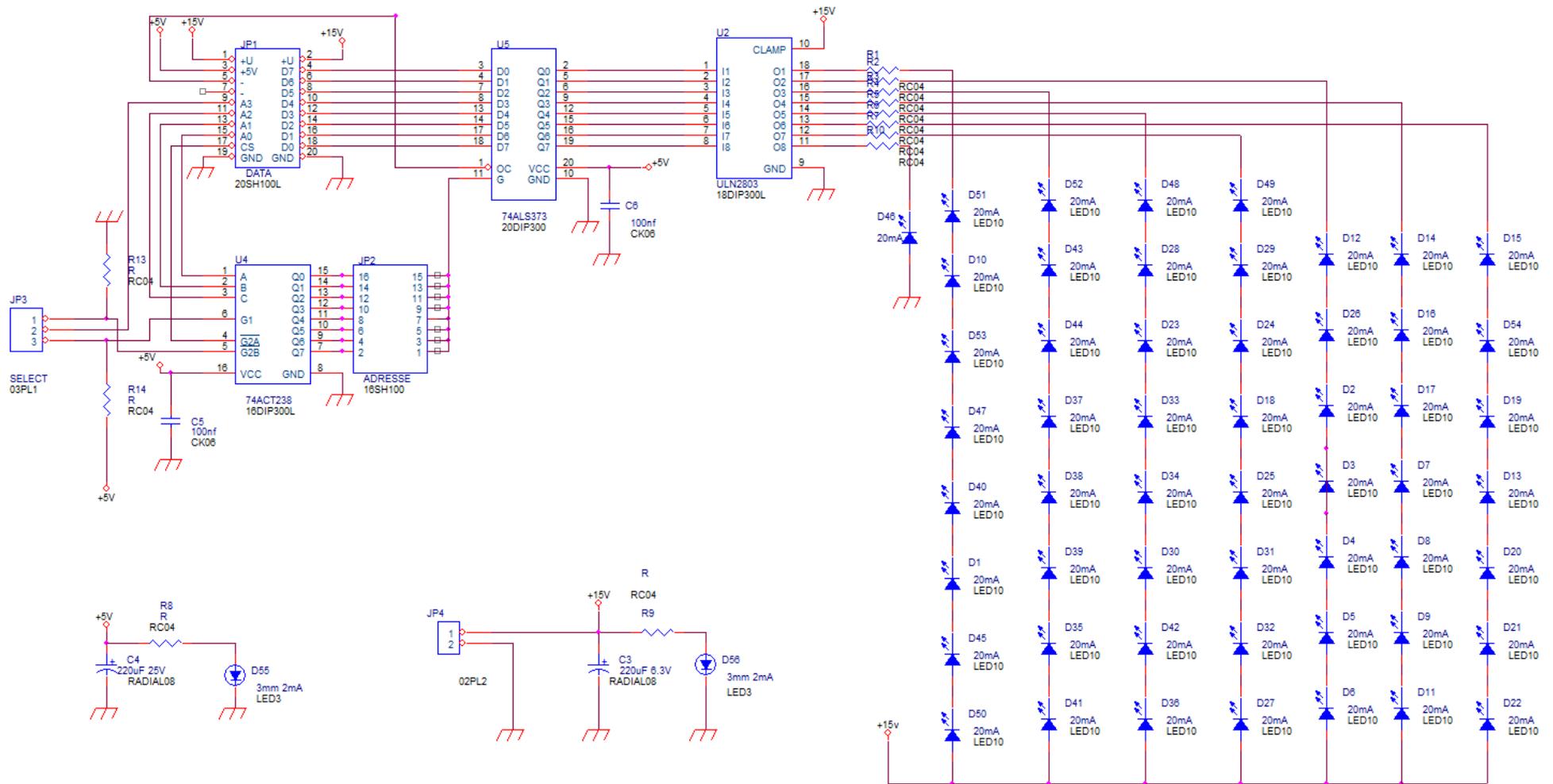


Illustration 15: schéma structurel d'une carte afficheur

Annexe 4 : typon de la plaque d'essai

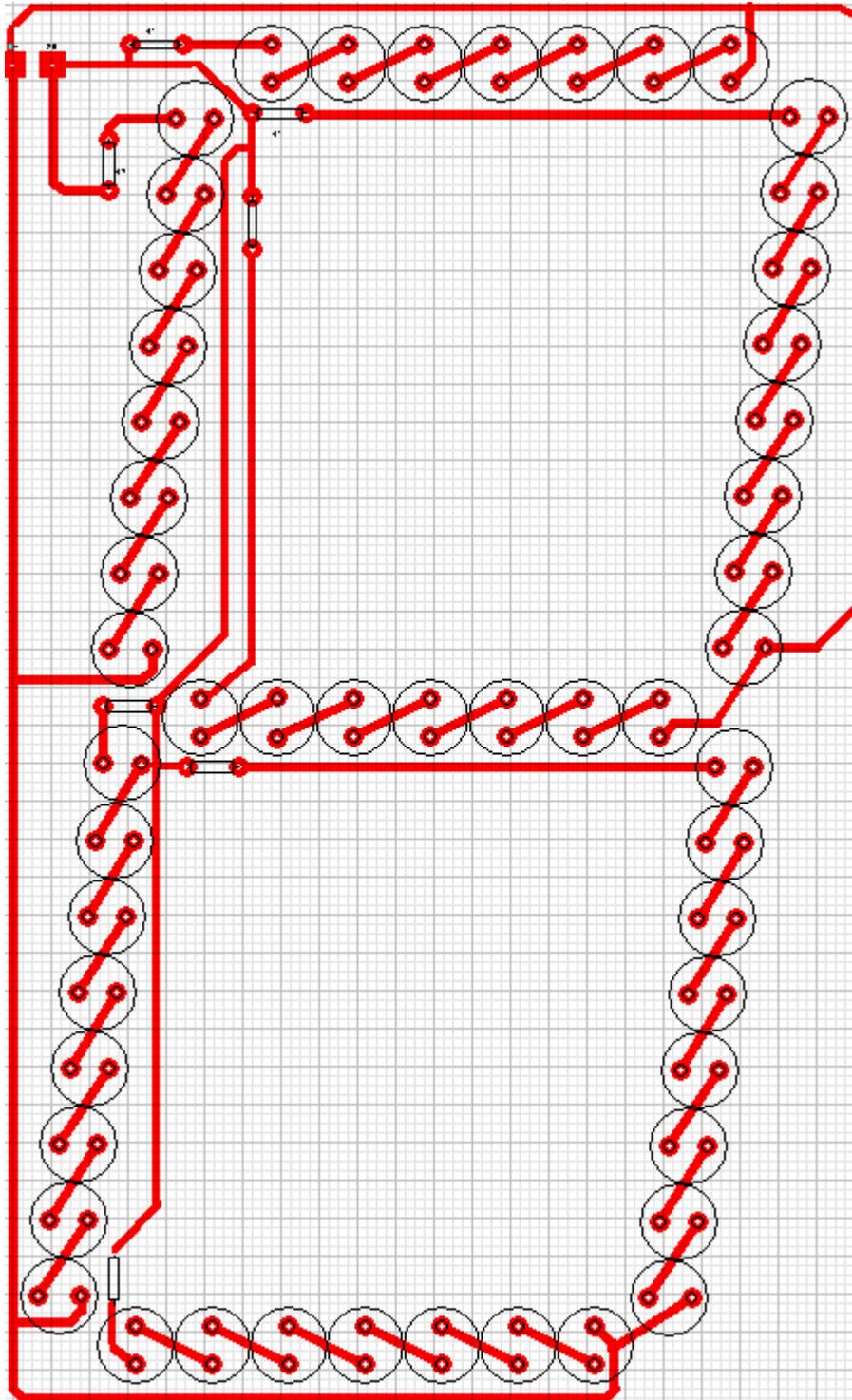


Illustration 16: typon de la plaque d'essai

**Annexe 6 : documentations constructeurs des principaux composants de
notre projet**

- Diodes électroluminescentes 10mm – **TOSHIBA**
- Réseau de transistor Darlington ULN2803 – **MOTOROLA (partiel)**
- Décodeur démultiplexeur 74ACT238 – **PHILIPS (partiel)**
- 74ALS373 – **PHILIPS (partiel)**