

## Communication sans fil



*Illustration 1: Communication sans fil*

### Élèves

BOUQUET Romain

MONSTERLET Romain

### Enseignants

M. LEQUEU Thierry

Mme. AUGER Véronique

UNIVERSITE FRANCOIS-RABELAIS  
TOURS



Institut Universitaire de Technologie

Département  
GENIE ELECTRIQUE ET  
INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

*Université François-Rabelais de Tours*

*Institut Universitaire de Technologie de Tours*

*Département Génie Électrique et Informatique Industrielle*



## **Communication sans fil**

### Élèves

BOUQUET Romain

MONSTERLET Romain

### Enseignants

M. LEQUEU Thierry

Mme. AUGER Véronique

# **Sommaire**

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 4  |
| 1. Cahier des charges.....                                | 5  |
| 2. Analyse technique du projet.....                       | 7  |
| 2.1. Technologie n°1 : Modules de communication FM.....   | 7  |
| 2.2. Technologie n°2 : Modules de communication Wifi..... | 7  |
| 3. Planning .....   | 8  |
| 4. Schéma fonctionnel.....                                | 9  |
| 5. Schéma structurel .....                                | 10 |
| 6. Nomenclature.....                                      | 12 |
| 7. Déroulement du projet.....                             | 13 |
| 7.1. Compréhension du sujet.....                          | 13 |
| 7.2. Tests.....   | 15 |
| 7.3. Validation du fonctionnement.....                    | 20 |
| 8. Problèmes rencontrés.....                              | 22 |
| 8.1. Perte des programmes.....                            | 22 |
| 8.2. Fonctionnement des modules FM.....                   | 22 |
| 9. Les applications de la carte.....                      | 23 |
| Conclusion.....   | 24 |
| Résumé.....   | 25 |
| Index des illustrations.....                              | 26 |
| Bibliographie.....  | 27 |
| Annexes.....  | 28 |

## **Introduction**

Dans ce dossier nous expliquerons le déroulement de notre projet d'étude et réalisation au semestre 4. Tout d'abord nous vous présenterons ce projet à l'aide du cahier des charges. Ensuite nous exposerons les différentes solutions envisagées pour la réalisation de ce projet.

Nous vous présenterons par la suite la solution que nous avons choisie à l'aide de son schéma fonctionnel puis structurel.

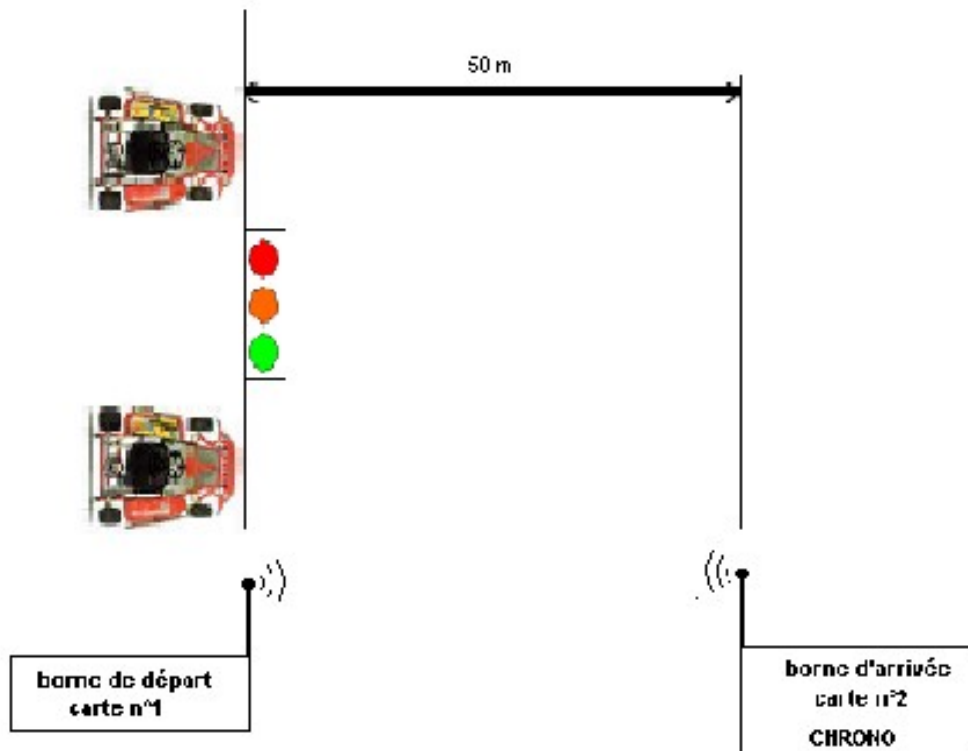
Pour finir, nous détaillerons différents tests afin de vous expliquer le fonctionnement de nos deux cartes électroniques, de la communication entre celles-ci et du montage complet.

# 1. Cahier des charges

Le but de notre projet sera d'effectuer une communication entre deux cartes électroniques, en utilisant la technologie FM ou Wifi et la programmation d'un Atmega8535.

Ce projet sera adapté à l'épreuve du 50 mètres départ arrêté. Il s'agit d'une compétition entre deux karts.

Lorsqu'un kart coupe le faisceau laser de la borne de départ, la carte micro-contrôleur n°1 envoie un signal de « départ du chronomètre » à la carte n°2. Le kart effectue sa course jusqu'à ce qu'il coupe le faisceau laser de la borne d'arrivée. La carte micro-contrôleur n°2 stop à ce moment là le chronomètre. Nous afficherons sur l'écran LDC de la carte n°1 et sur l'écran LCD de la carte n°2 les informations nécessaires suite au déroulement de la course,



*Illustration 2: Schéma explicatif*

Le cahier des nous impose d'utiliser les cartes micro-contrôleur, comportant l'ATmega8535 et un afficheur LCD 4 x 16 (lignes x caractères). Nous devant également utiliser deux modules de communication, un d'émission et un de réception, qu'il soit en technologie FM ou Wifi.

Le temps de communication entre les deux cartes doit être inférieur à 10ms (cela correspond à 9600bauds), car la compétition entre les deux karting se joue au dixièmes de seconde près.

Nous disposons de 2 antennes FM, 2 modules d'émission et de 2 modules de réception ainsi que 2 cartes Wifi et de 2 modules WLAN selon la solution technologique retenue.

Type d'affichage souhaité sur l'afficheur LCD de la carte n°1:

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| <i>ligne1</i>  | <i>Borne de Depart</i>    |
| <i>ligne2</i>  | <i>Epreuve du 50 m DA</i> |
| <i>ligne3</i>  | <i>Tempo = xxx</i>        |
| <i>ligne14</i> | <i>Var = {S/1/2}</i>      |

Type d'affichage souhaité sur l'afficheur LCD de la carte n°2:

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <i>ligne1</i> | <i>Borne d'Arrivee</i>  |
| <i>ligne2</i> | <i>Kart 1 = xx'xx''</i> |
| <i>ligne3</i> | <i>Kart 2 = xx'xx''</i> |
| <i>ligne4</i> | <i>Record = xx'xx''</i> |

Il s'agira alors, après avoir succinctement étudié les différents modules, de programmer l'ATMega8535 en langage C dans le but de réaliser :

- Le protocole de communication.
- L'interprétation des données reçues et le calcul des temps pour chaque course.
- L'affichage sur le LCD.

## **2. Analyse technique du projet**

### **2.1. Technologie n°1 : Modules de communication FM**

#### **2.1.1. Module émission FM**

Le module d'émission FM étudié est un RTFQ2 :

- Fréquence de communication 433,92 MHz
- Alimentation entre 2V et 12V et de 7 à 8 mA
- 5 broches externes : alimentation, entrée des données, sortie antenne

#### **2.1.1. Module réception FM**

Le module de réception FM étudié est un RRFQ2 :

- Fréquence de communication 433,92MHz
- Alimentation entre 4,5V et 5,5V et de 5,7 à 6,8 mA
- 7 broches externes : alimentation, entrée des données, sortie antenne

### **2.2. Technologie n°2 : Modules de communication Wifi**

Des modules Wifi nous ont été proposés en tant qu'outils de communication pour réaliser notre projet. Cependant, ils n'ont malheureusement pas pu être étudiés puisque les modules FM ont été privilégiés dans un premier temps car cette technologie semblait plus simple à étudier.

### 3. Planning

| Semaine                             | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Découverte du projet.               | P |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Renseignement sur les modules FM    | R |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Renseignement sur IATmega8535       | P | P | P | P | P | P | P | P  | P  |    |    |
| Etablissement du cahier des charges | R | R |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Programmation de IATmega8535        | P | P |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Communication filaire               | R |   | P |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Communication sans fils             |   |   | R | P | P | P | P | P  | P  |    |    |
| Amélioration du programme           |   |   |   |   |   |   | R | R  | P  |    |    |
| Test et validation du projet        |   |   |   |   |   |   |   |    | P  |    |    |
| Dépannage                           |   |   |   |   |   |   |   |    | R  |    |    |
| Etablissement du dossier            | P | P | P | P | P | P | P | P  | P  | P  |    |
| Soutenance orale.                   | R | R | R | R | R | R | R | R  | R  | R  | P  |
|                                     |   |   |   |   |   |   |   |    |    | R  | R  |

Illustration 3: Planning



## 4. Schéma fonctionnel

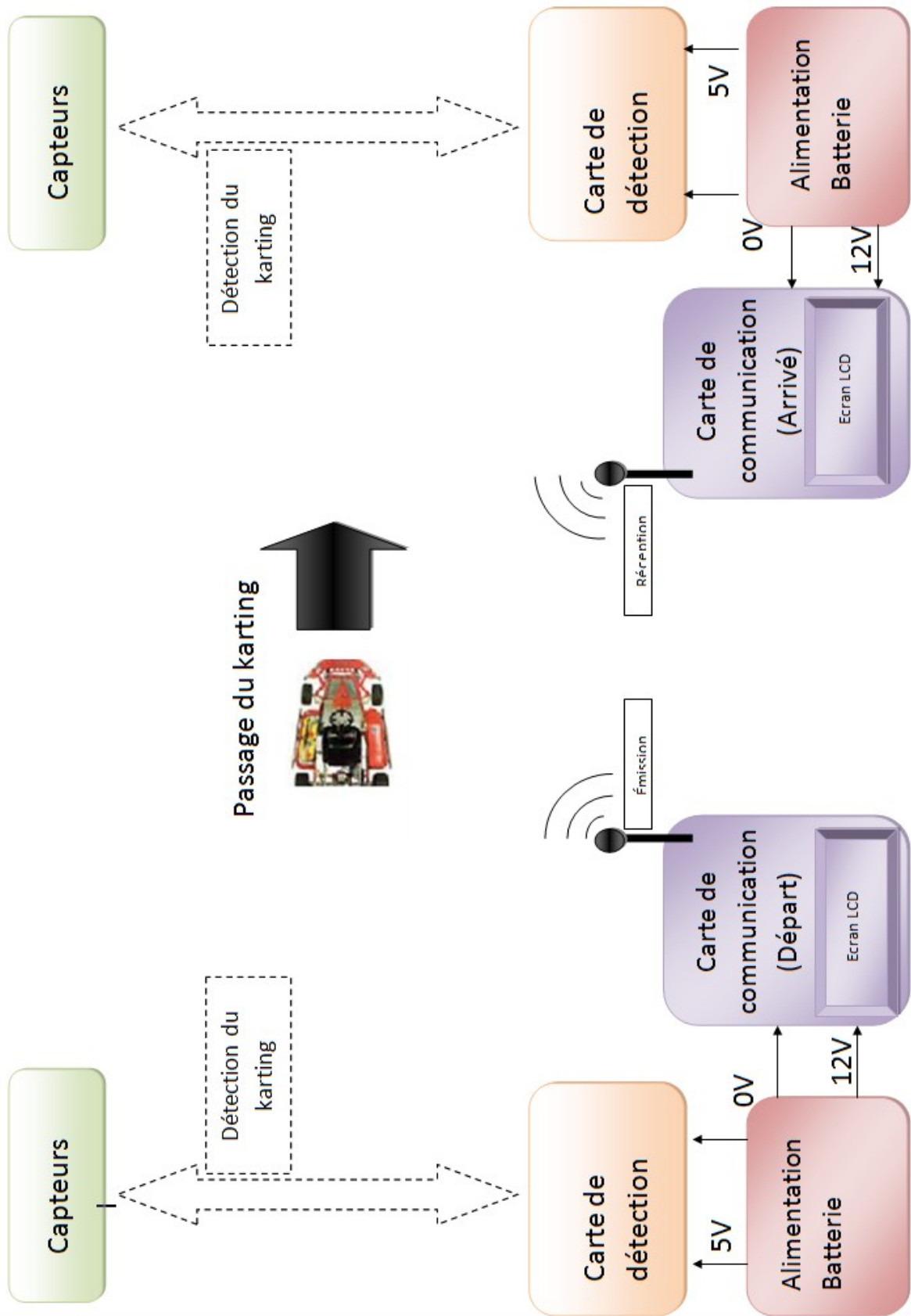


Illustration 4: Schéma fonctionnel

# 5. Schéma structurel

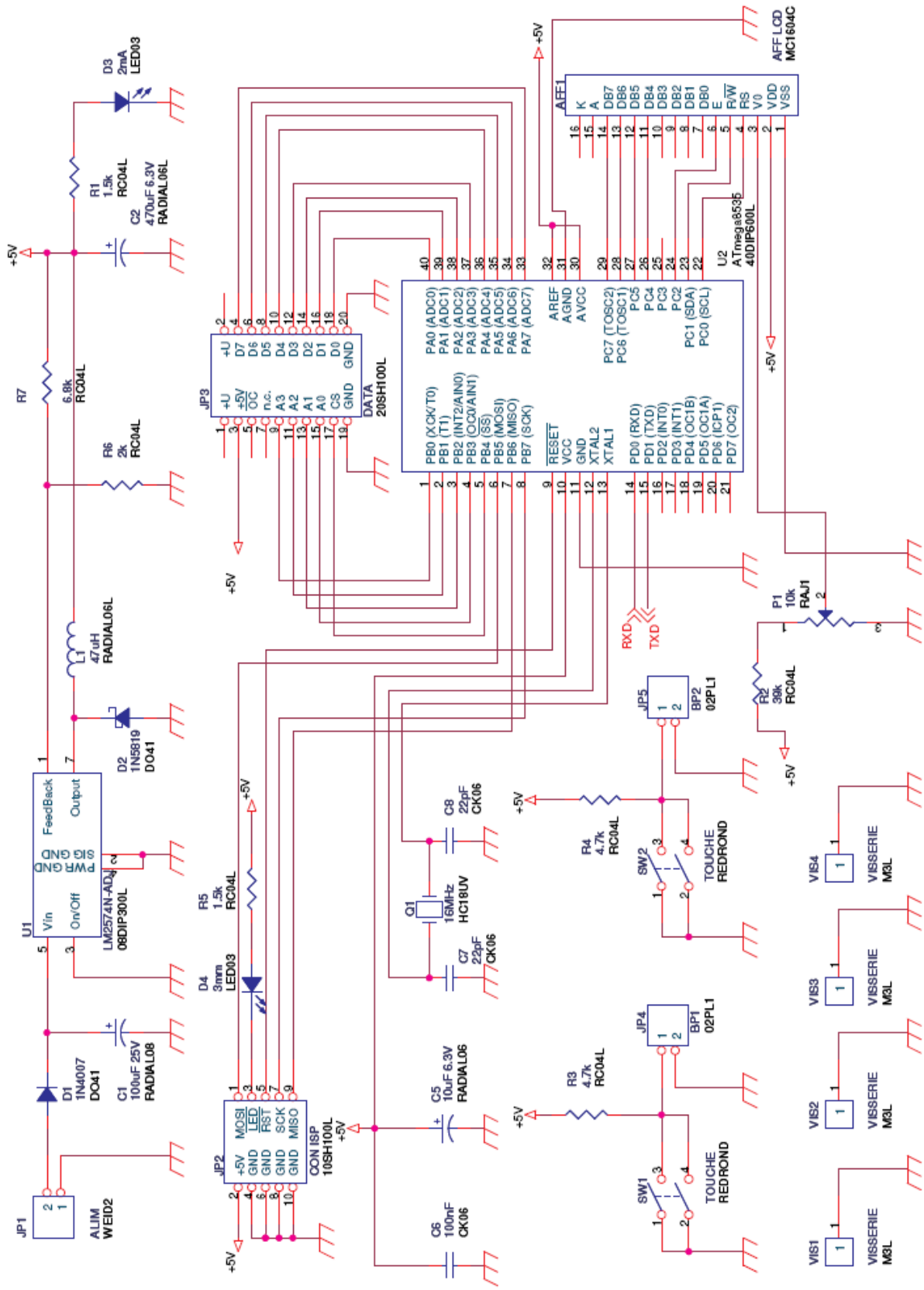


Illustration 5: Carte ATmega

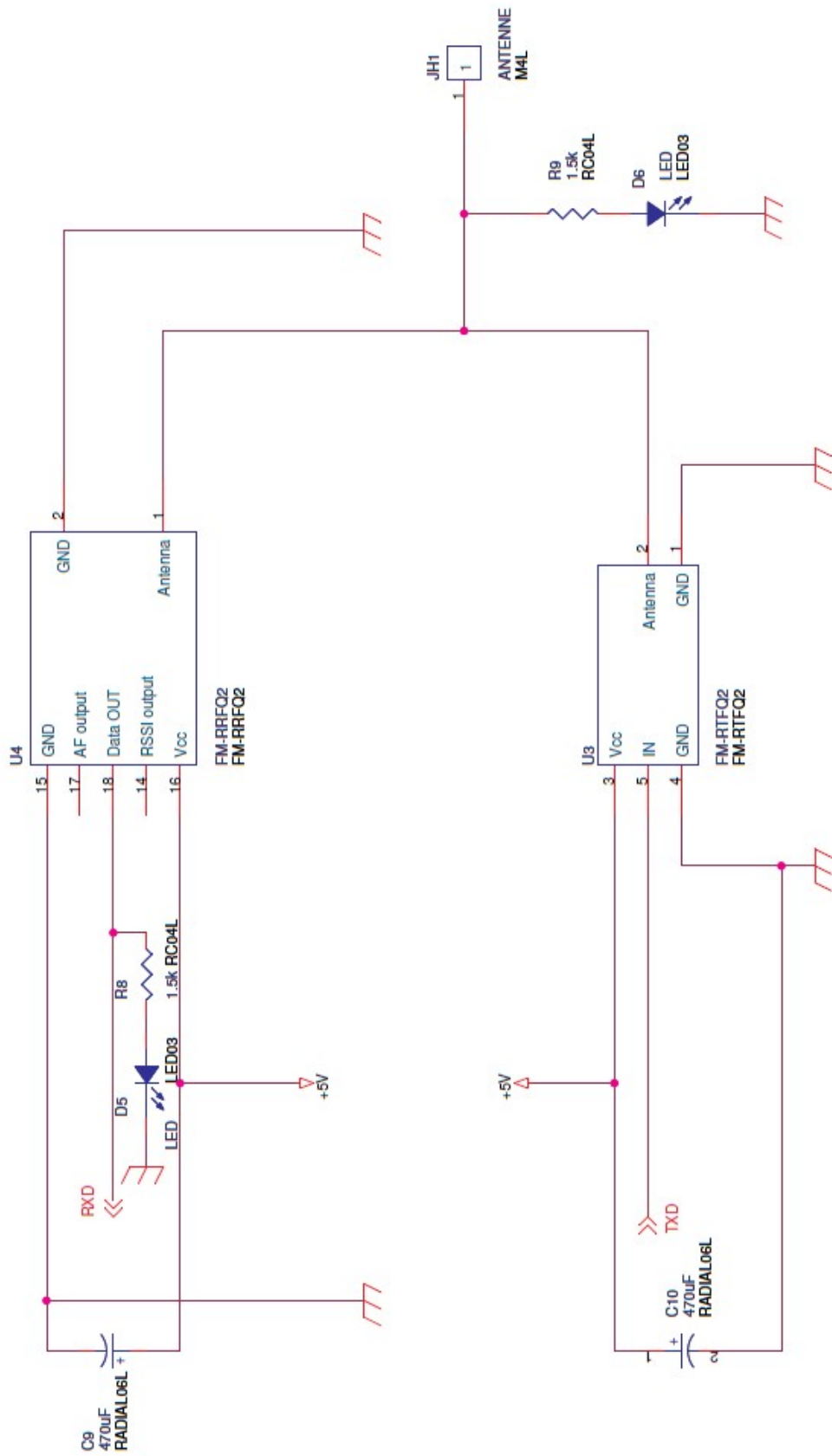


Illustration 6: Modules FM

## 6. Nomenclature

Il s'agit de la nomenclature de la dernière version des cartes émission et réception.

| Référence               | Qu. | Désignation                         | Fournisseur | Code Cde. | U.d.v | Prix U. | Prix T. |
|-------------------------|-----|-------------------------------------|-------------|-----------|-------|---------|---------|
| AFF1                    | 1   | LCD 16x4 MC                         | Farnell     | 9449019   | 1     | 23,75 € | 23,75 € |
| C1                      | 1   | 100uF 25V                           | Radiospares | 315-1040  | 5     | 1,18 €  | 0,24 €  |
| C2,C9,C10               | 3   | 470uF 6,3V                          | Radiospares | 449-0845  | 5     | 1,21 €  | 0,73 €  |
| C5                      | 2   | 10uF 25V                            | Radiospares | 449-1006  | 5     | 0,77 €  | 0,31 €  |
| C6                      | 2   | 100nF                               | IUT GEII    |           | 1     | 0,08 €  | 0,16 €  |
| C7, C8                  | 2   | 22pF                                | IUT GEII    |           | 1     | 0,02 €  | 0,04 €  |
| D1                      | 1   | 1N4007                              | IUT GEII    |           | 1     | 0,02 €  | 0,02 €  |
| D2                      | 1   | 1N5819                              | Radiospares | 554-4994  | 5     | 1,10 €  | 0,22 €  |
| D3,D5                   | 2   | LED verte 3mm 2mA                   | Radiospares | 180-8451  | 10    | 3,43 €  | 0,69 €  |
| D4, D6                  | 2   | LED jaune 3mm 2mA                   | Radiospares | 171-1228  | 10    | 3,44 €  | 0,69 €  |
| JH1                     | 1   | Visserie M4                         | IUT GEII    |           | 1     | 0,00 €  | 0,00 €  |
| JP1                     | 1   | Connecteur 2 points                 | Radiospares | 294-7642  | 10    | 2,47 €  | 0,25 €  |
| JP2                     | 1   | CON ISP                             | Radiospares | 473-8349  | 1     | 0,50 €  | 0,50 €  |
| JP3                     | 1   | ANALOG                              | Radiospares | 625-7296  | 1     | 0,54 €  | 0,54 €  |
| JP4, JP5                | 1   | Support tulipe<br>sécable(32 plots) | Radiospares | 600-7732  | 20    | 22,15 € | 1,11 €  |
| L1                      | 1   | 47uH                                | Radiospares | 432-4388  | 10    | 9,85 €  | 0,99 €  |
| P1                      | 1   | 10k                                 | IUT GEII    | 177-223   | 5     | 3,37 €  | 0,67 €  |
| Q1                      | 1   | 16MHz                               | IUT GEII    | 226-1825  | 1     | 0,64 €  | 0,64 €  |
| R1,R5                   | 2   | 1,5k                                | IUT GEII    | 477-7962  | 50    | 1,26 €  | 0,05 €  |
| R2                      | 1   | 39k                                 | IUT GEII    | 506-5412  | 50    | 1,26 €  | 0,03 €  |
| R3, R4                  | 2   | 4,7k                                | IUT GEII    | 506-5210  | 50    | 1,26 €  | 0,05 €  |
| R6                      | 1   | 2,2k                                | IUT GEII    |           | 50    | 1,26 €  | 0,03 €  |
| R7                      | 1   | 6,8k                                | IUT GEII    |           | 50    | 1,26 €  | 0,03 €  |
| SW1, SW2                | 2   | TOUCHE                              | CONRAD      |           | 1     | 0,00 €  | 0,00 €  |
| U1                      | 1   | LM2574N-ADJ                         | Radiospares | 331-3135  | 1     | 3,11 €  | 3,11 €  |
| U2                      | 1   | ATmega8535                          | Farnell     | 9171444   | 1     | 5,81 €  | 5,81 €  |
| U3                      | 1   | FM-RTQ2-433R                        | Radiospares | 505-6806  | 1     | 10,50 € | 10,50 € |
| U4                      | 1   | FM-RRQ2-433                         | Radiospares | 505-6812  | 1     | 20,27 € | 20,27 € |
| VIS1,VIS2,<br>VIS3,VIS4 | 4   | Visserie M3                         | IUT GEII    |           | 1     | 0,00 €  | 0,00 €  |
| Divers                  | 2   | Antenne fouet<br>à M4 433MHz        | Radiospares | 451-0747  | 1     | 6,20 €  | 12,40 € |
| Divers                  | 32  | Circuit imprimé<br>SF 70x45 mm      | Radiospares | 159-6091  | 600   | 13,99 € | 0,75 €  |
| Divers                  | 1   | Support DIP 8 broches               | IUT GEII    |           | 1     | 0,00 €  | 0,00 €  |
| Divers                  | 1   | Support DIP 40 broches              | IUT GEII    |           | 1     | 0,00 €  | 0,00 €  |

|               |                      |                 |
|---------------|----------------------|-----------------|
|               | TOTAL H.T. :         | 84,54 €         |
| dont T.V.A. : | 19,60%               | 16,57 €         |
|               | <b>TOTAL T.T.C :</b> | <b>101,11 €</b> |

Illustration 7: Nomenclature

## **7. Déroulement du projet**

### **7.1. Compréhension du sujet**

#### **7.1.1. Fonctionnement de l'ATmega et de C AVR**

##### **ATmega8535**

L'ATmega8535 est un micro-contrôleur programmable en langage C.

Il dispose de 4 ports, indicé A, B, C, D

Le port A sert à recevoir les entrées analogiques, le port B à la programmation. Le port C, sert quant à lui à communiquer avec l'afficheur LCD.

Enfin, le port D lui sert de communication entre les deux cartes avec le (TXD et RXD) et les boutons poussoirs.

##### **CodeVision AVR**

Dans un premier temps nous avons dû nous familiariser avec le logiciel de programmation « CodeVision AVR C Compiler » et apprendre comment configurer l'ATmega8535 pour le projet.

D'abord, il faut choisir le bon composant et sa bonne fréquence d'oscillation (16MHz). Puis dire que l'on veut activer les broches de communication (TXD et RXD) et indiquer à quelle vitesse on communiquera (9600 bds). Nous avons ensuite signalé que sur le port C nous aurons un afficheur LCD. Enfin, les autres ports et registres de l'ATmega8535 on été configurés.

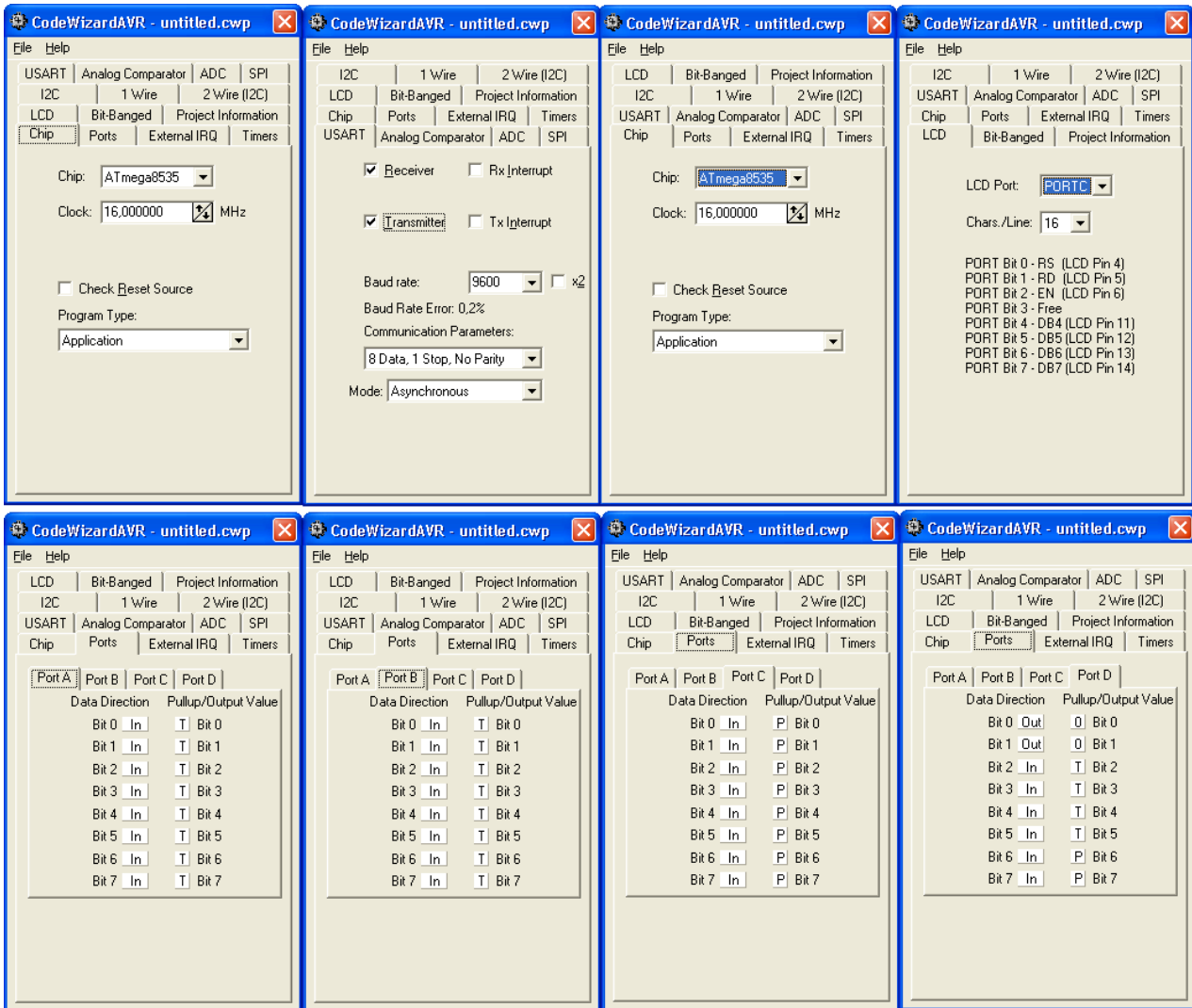


Illustration 8: Configuration AVR

### 7.1.2. Transmission par antennes

Comme nous l'avons dit précédemment, c'est la communication par antennes qui a été retenue. Nous disposons de deux modules, un d'émission et un de réception. Ces deux modules au premier abord sont simples d'utilisation. Il suffit de les alimenter dans les bonnes plages de tension et de courant, puis de brancher le module d'émission sur le TXD de l'une des cartes via un fil, et de brancher le module de réception sur le RXD de l'autre via un fil également.

L'information que la carte d'émission a à envoyer est transmise au module d'émission par la broche TXD et celui-ci module alors l'information en onde FM via son antenne. Cette information doit être reçue par l'antenne du module de réception qui la démodulera. Le signal obtenu est transmis à l'ATmega8535 de la seconde carte via la broche RDX.

## **7.2. Tests**

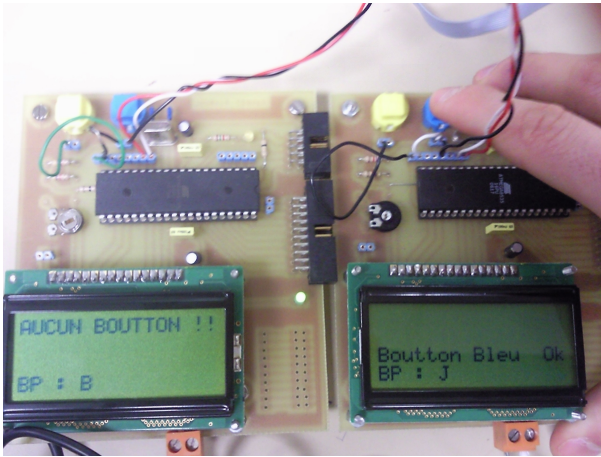
### **7.2.1. Test n°1 : programmation d'un Atméga8535**

Dans le but de se familiariser avec l'ATMega8535, nous avons consacré les premières séances à étudier quels seront les ports et les registres de directions utiles au projet afin de configurer le matériel. Le premier test réalisé consistait donc à simuler les faisceaux laser par deux boutons poussoirs (un bleu et un jaune) et de recevoir l'information « appui sur un bouton poussoir » sur la carte électronique. On affichera alors sur le LCD si un bouton poussoir a été enclenché sur la carte.

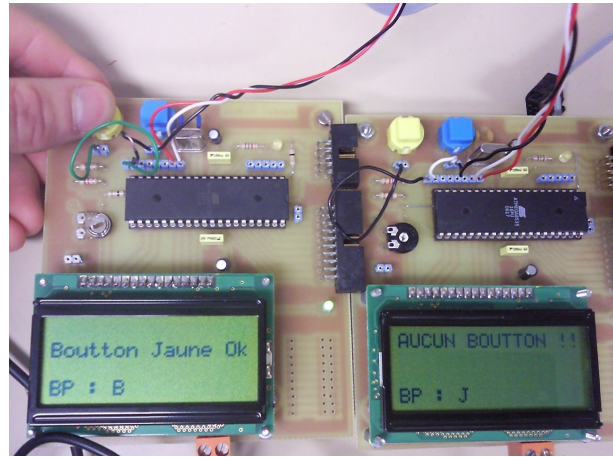
### **Programme n°1**

Voir pièce jointe n°1 (1 page)

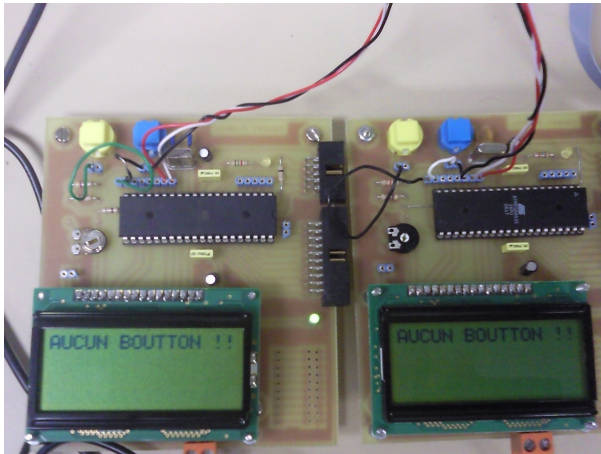
### 7.2.2. Test n°2 : communication avec fils entre deux Atmega8535



*Illustration 9: Test n°2 ( BP Bleu ok )*



*Illustration 10: Test n°2 ( BP Jaune ok )*



*Illustration 11: Test n°2 ( Aucun BP )*

Ces trois images décrivent le fonctionnement du test n°2. Nous pouvons voir sur l'illustration n°9, que lors de l'appui sur le BP Bleu de la carte à droite, celle-ci affiche « Boutton Bleu Ok » et la carte de gauche affiche : « BP : B »

Le principe est le même pour l'illustration n°10, avec le BP Jaune.

Lorsqu'on appui sur aucun BP, la carte affiche qu'aucun BP n'est enfoncé (illustration n°11).

Il s'agit alors d'établir la communication entre deux cartes identiques. Dans un premier temps, la communication sera filaire et en full duplex. Il a donc fallu regarder la configurations du port D et des registres de directions (TxD = Transmission et RxD = Réception), Le but étant de recevoir l'information « appui sur un bouton poussoir » sur la deuxième carte électronique. On affichera alors sur le LCD de chaque carte si un bouton poussoir a été enclenché sur la carte et si un bouton poussoir a été enclenché sur l'autre carte. Seul un caractère peut être envoyé à l'autre carte, « J » et « B », pour l'appui respectif du bouton Jaune et du bouton Bleu. Dans le programme, on introduit alors les fonctions USART\_Transmit et USART\_Receive.

La communication filaire entre les deux cartes est donc bien établie.

### **Programme n°2**

Voir pièce jointe n°2 (2 pages)



### 7.2.3. Test n°3 : communication « sans fils » entre deux Atmega8535

A l'origine, le projet doit seulement s'enrichir ici d'une communication sans fil. Les modules FM ont alors été implantés aux deux cartes. On ne communique que dans un sens : une des deux cartes sert de module émetteur, l'autre de module récepteur. Sur l'émetteur, on branchera le module FM d'émission (RTFQ2) via le port TxD. Sur le récepteur, on branchera le module FM de réception (RRFQ2) via le port RxD. Ces deux modules FM communiquent grâce à deux antennes.

Le programme est opérationnel. Cependant, à ce moment-ci, nous éprouvons toujours des difficultés à faire fonctionner les modules FM. C'est pourquoi les cartes sont ici encore reliées par trois fils. Le programme 3 est donc sensiblement identique au programme 2.

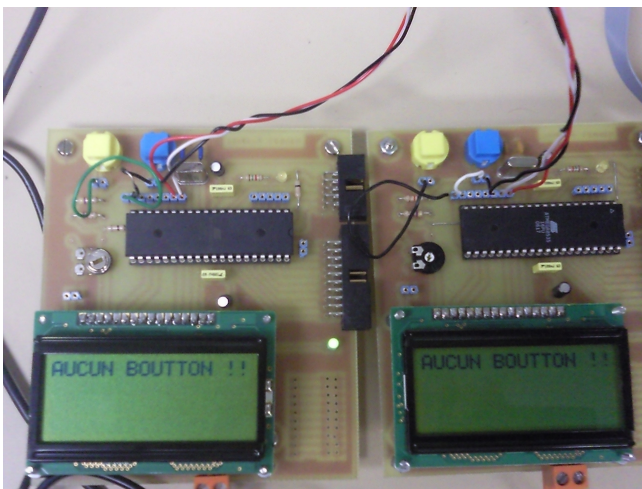


Illustration 12: Test n°3 (Aucun Bouton)

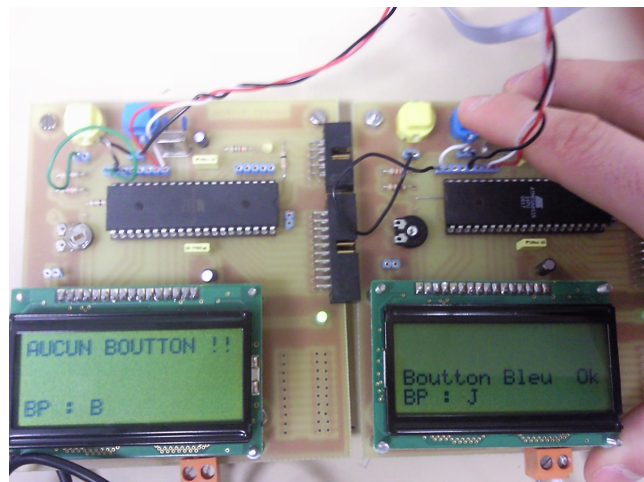


Illustration 13: Test n°3 ('B' envoyé)

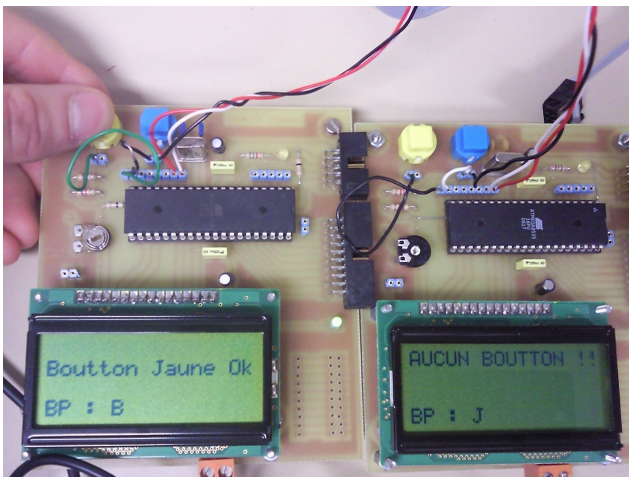


Illustration 14: Test n°3 ('J' envoyé)

Les illustrations n°13 et n°14 montrent l'envoi respectif du caractère 'B' et 'J'.

L'illustration n°12 est la situation par défaut, où aucun bouton n'est enfoncé.

### Programme n°3

Voir pièce jointe n°3 (2 pages)

#### 7.2.4. Test n°4 : amélioration du programme

Dans ce projet, il est nécessaire de créer un chronomètre afin de pouvoir déterminer le temps des deux karts sur le parcours. La fonction générant ce chronomètre sera uniquement implantée sur la carte présente à l'arrivée de la course (carte de réception). La carte d'émission présente au départ de la course doit fournir à l'autre carte le signal permettant au chronomètre de se lancer. Bien que nous utilisions encore les boutons poussoirs pour simuler le passage des kartings devant les lasers, l'affichage est cependant adapté à la course (on affecte au « Bouton Jaune » la « Présence du Kart 1 » et au « Bouton Bleu » la « Présence du Kart 2 »).

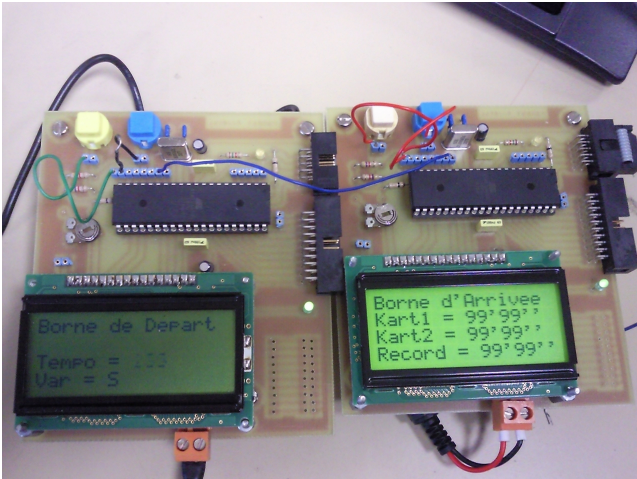


Illustration 15: Test n°4 (Mise sous tension)

Sur l'illustration n°15, nous pouvons voir qu'aucun chronomètre n'est lancé sur la carte d'arrivée et qu'aucun appui n'est effectué sur la carte du départ.

Il s'agit donc ici d'une photo schématisant le départ d'une course.

Compteurs des Kart 1 et 2 à « zéro » soit 99'99" et qu'aucun temps record est entré.

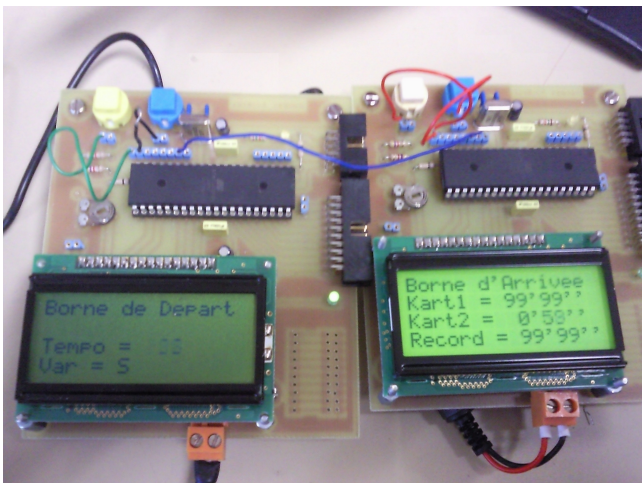


Illustration 16: Test n°4 (Départ du Kart 2)

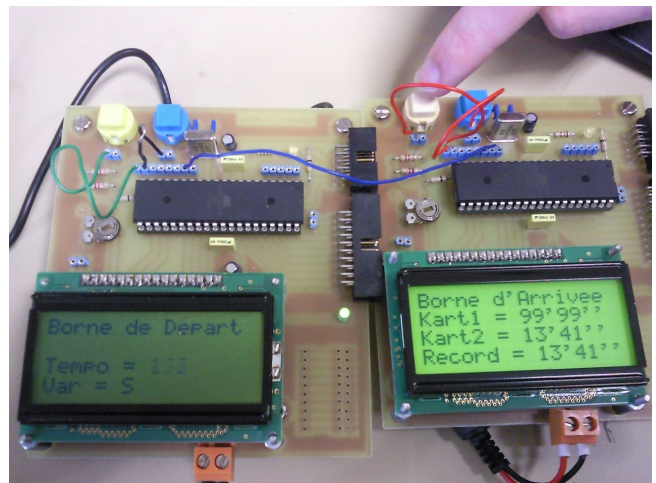


Illustration 17: Test n°4 (Arrivée du Kart 2)

Nous pouvons observer ici une simulation du départ du Kart 2. Sur l'illustration n°16, on peut remarquer que le compteur du Kart 2 s'est déclenché. Cela signifie que le Kart 2 est parti et a commencé sa course. Sur l'illustration n°17, on peut voir l'appui sur le bouton poussoir Jaune pour simuler l'arrêt du kart 2. On observe alors que le chrono du Kart 2 s'arrête et que le temps record prend la valeur du temps du Kart 2.

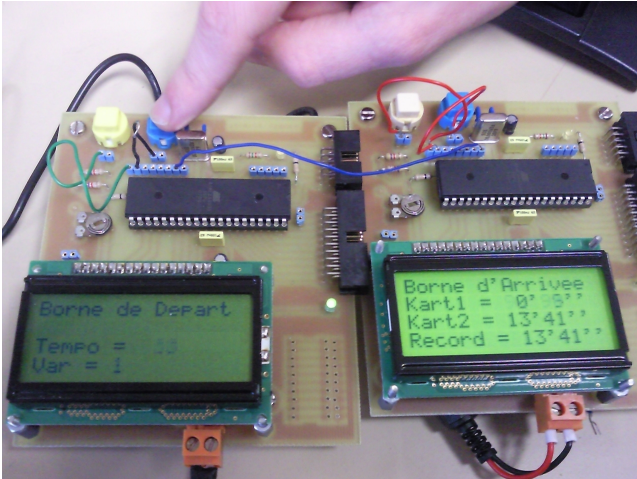


Illustration 18: Test n°4 (Départ du Kart 1)

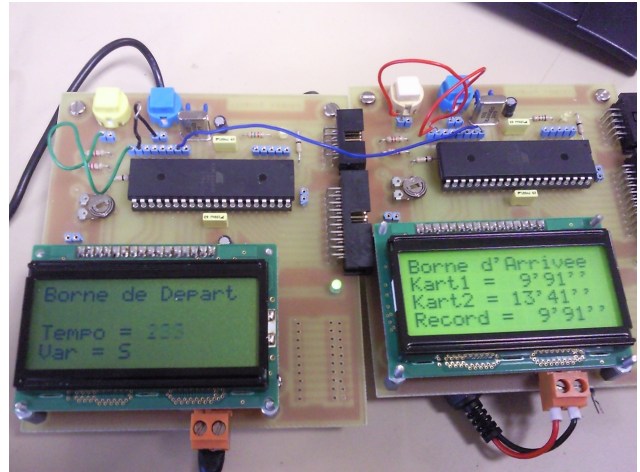


Illustration 19: Test n°4 (Arrivée du Kart 1)

Les observations sont les mêmes que les précédentes, on simule ici le départ et l'arrivée du Kart 1. Cependant on peut remarquer que le temps mis par le Kart 1 est inférieur à celui mis par le Kart 2. C'est donc le temps du Kart 1 qui prend désormais place en temps record.



Illustration 20: Test 4 (Remise à zéro)

On peut voir ici que lorsque l'on enfonce les deux boutons poussoirs en même temps pendant trois secondes, les deux compteurs des Karts 1 et 2 se remettent à « zéro » soit 99'99" mais que le temps record reste enregistré.

Nous sommes donc à ce moment-là prêts pour une deuxième course.

Pour effacer le temps record, il faut couper l'alimentation de la carte.

## Programme n°4a et n°4b

Voir pièces jointes n°4:

Programme 4a : Émission (4 pages)

Programme 4b : Réception (6 pages)

**NB :** Parmi les programmes fournis en pièces-jointes, seuls les programmes finaux 4a et 4b sont complets : on trouvera donc en plus toute la configuration de l'ATmega8535

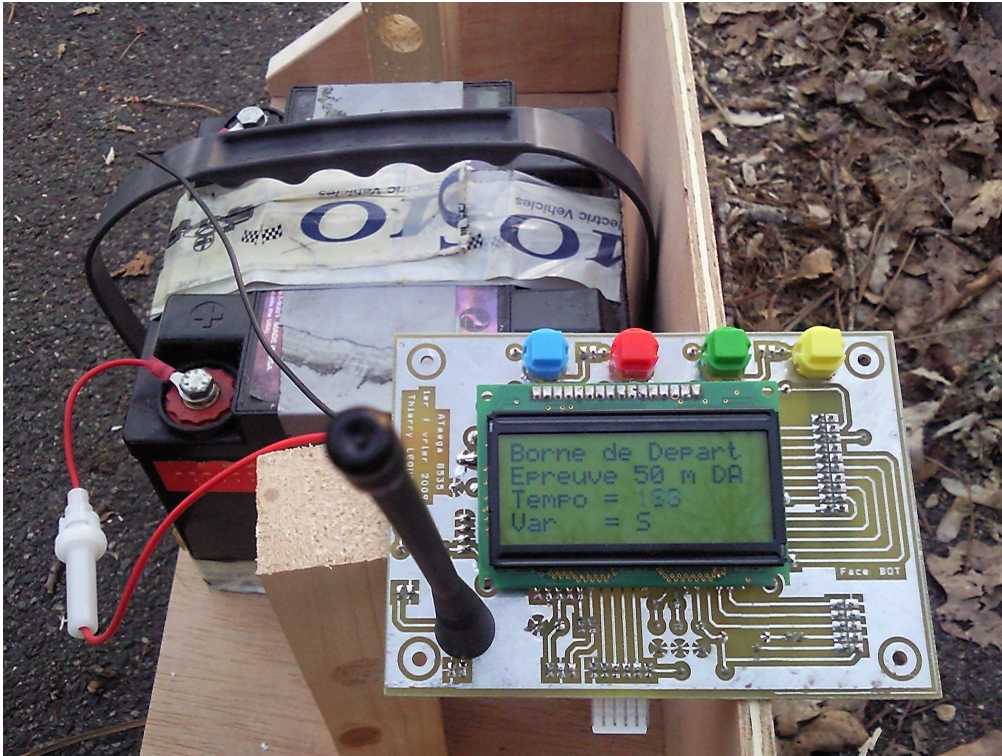
### **7.3. Validation du fonctionnement**

Nous pouvons valider le fonctionnement du programme, car nous avons pu créer un programme qui permet de chronométrer la course entre deux karting, d'afficher le temps de chaque karting et de mémoriser le temps record. Une fonction de remise à «zéro» a été créée pour permettre une nouvelle course tout en gardant le temps record en mémoire. De ce fait plusieurs compétitions peuvent être lancées.

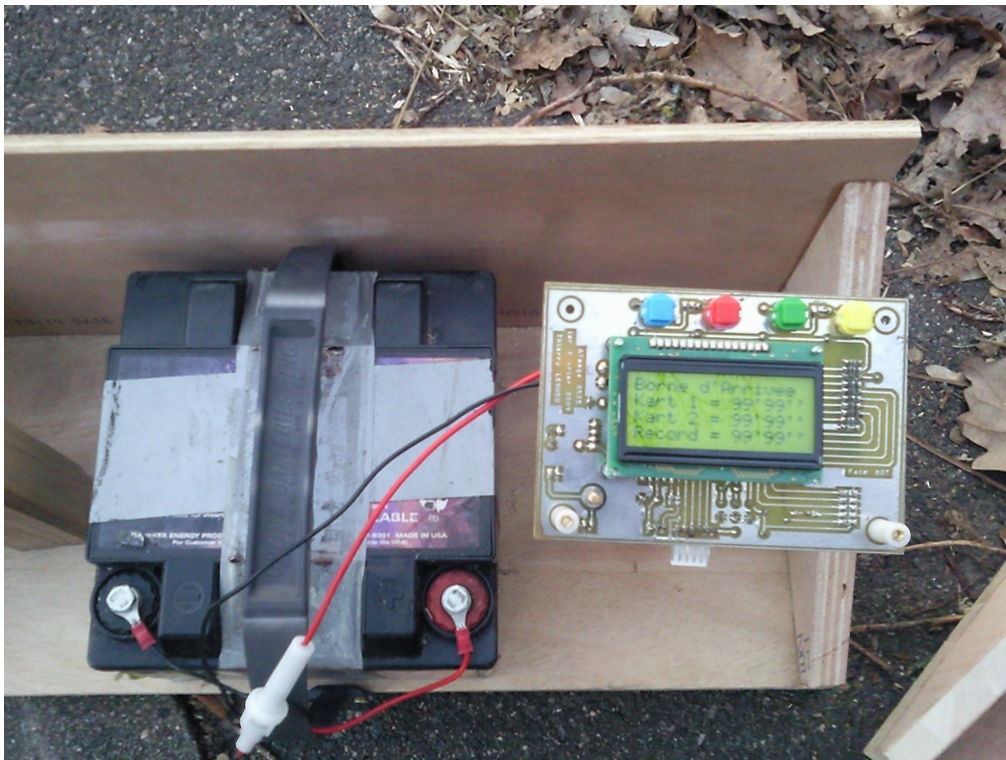
Nous avons ensuite résolu le problème des modules FM en les branchant directement sur les cartes qui seront utilisées par le club Kart.

Enfin, nous avons effectué un test en plein air à une distance supérieur à 50 mètres (distance prévue pour la course). Ce fut un réel succès.

Vous pouvez voir ci-dessous deux photographies montrant le montage sur batterie des cartes d'émission pour le départ et de réception pour l'arrivée.



*Illustration 21: Borne de départ*



*Illustration 22: Borne d'arrivée*

## **8. Problèmes rencontrés**

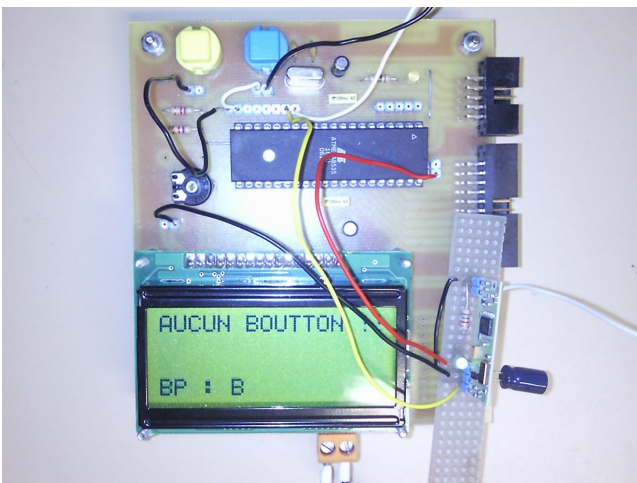
Au cours de ce projet nous avons rencontré divers problèmes. Dont deux principaux, des oublis de notre part et les modules FM.

### **8.1. Perte des programmes**

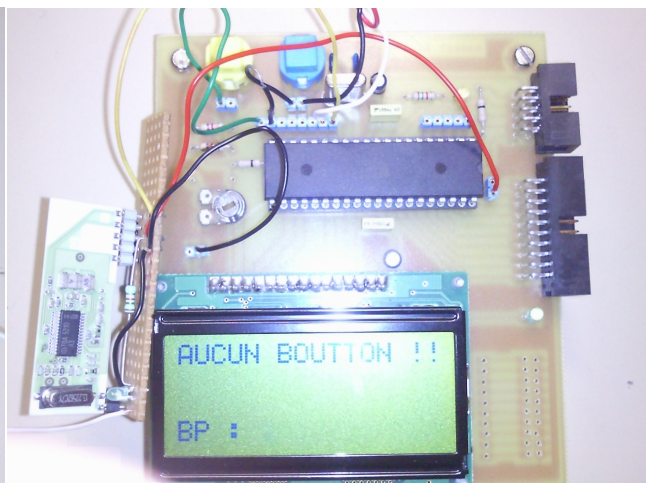
Lors de ce projet, un peu de temps a été perdu . Pour commencer nous avons égaré la clé USB contenant les deux premiers programmes et le cahier des charges envoyé à M. Thierry LEQUEU. Nous avons donc dû recommencer la programmation à « zéro ». Cependant cela reste un problème mineur que nous avons bien géré puisqu'il nous a permis de reprendre et d'améliorer nos programmes et d'acquérir plus d'aisance avec le logiciel de programmation.

### **8.2. Fonctionnement des modules FM**

Les modules FM sont les éléments qui nous ont posé le plus de problèmes dans cette réalisation. Après avoir lu les documentations constructeurs de ces deux modules, M. LEQUEU nous a donné ces propres montages des modules FM que nous avons reliés directement aux cartes.

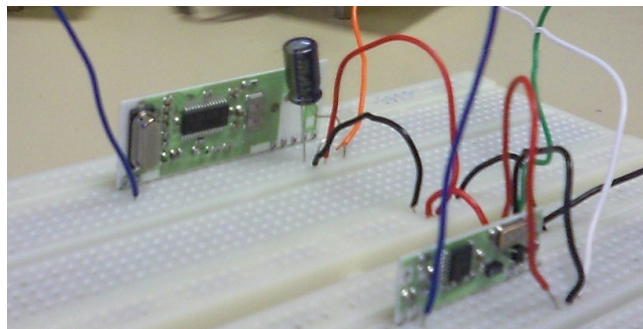


*Illustration 23: Module émission*



*Illustration 24: Module réception*

La communication entre les deux cartes n'a pas fonctionné. Nous avons pu observer que des parasites venaient perturber la communication (voir illustration n°23). Nous avons donc décidé d'effectuer une série de test sur ces modules sur une plaque d'essai.



*Illustration 25: Montage sur plaque d'essai*

Les parasites étant toujours présents, nous avons décidé de mettre un condensateur de découplage entre les bornes d'alimentation du module de réception. pour remédier à ce problème.

Une amélioration fut visible, cependant la communication n'était pas toujours établie.

Nous avons donc envoyé un e-mail avec M. Thierry LEQUEU au constructeur des modules FM, pour essayer de comprendre d'où provenait le dysfonctionnement sur ces deux modules.

Les constructeurs nous ont simplement répondu que les deux modules FM ne fonctionnent pas sur des plaques d'essais. Cela nous a semblé logique après réflexion : la fréquence de travail étant trop élevée, les lignes des plaques d'essais que nous pensions équipotentielles se comportaient comme des capacités, ce qui visiblement altère le fonctionnement des modules.

Nous avons ensuite reçu les cartes qui seront utilisées pour le club Karting, ou un emplacement pour les modules de réception ou d'émission était déjà prévu. Le condensateur de découplage était également prévu. Nous avons donc simplement branché les deux modules FM sur ces cartes ainsi que les antennes. La communication a ensuite fonctionné de manière plutôt correcte mais il arrivait parfois que le caractère envoyé ne soit pas pris en compte par la deuxième carte. Nous avons donc décidé de modifier le programme pour rectifier ce problème.

Au lieu d'envoyer un seul caractère « var » (symbolisant l'état du kart : 'S' = Kart à l'arrêt ; '1' = Kart1 parti ; '2' = Kart2 parti), nous envoyons trois caractères « var », « var1 », « var2 ». De ce fait, pour déclencher le chronomètre sur carte de réception, il faut recevoir non plus un caractère mais une série de trois caractères. La communication est ainsi plus sûre et ne laisse plus interférer les éventuelles ondes extérieures.

Afin de finaliser notre projet, nous avons effectué un test en plein air pour valider la communication sur une distance d'au minimum 50 mètres. Mais lors du transport des cartes alimentées sur la batterie 12V, un court-circuit a été créé. La borne positive de la batterie a fait contact avec le plan de masse de la carte. La carte n'était donc plus en fonctionnement, il a fallu la réparer. Nous avons pu dans un premier temps, tester l'écran LCD puis le régulateur de tension. Ceux-ci fonctionnaient parfaitement. Nous nous sommes aperçu que le défaut venait du plan de masse. En testant celui-ci nous nous sommes aperçu que le court-circuit avait détérioré une piste. Il a donc fallu ressouder cette piste pour à nouveau faire fonctionner la carte et ainsi définitivement valider le bon fonctionnement de notre système de chronométrage de course pour Karts.

## **9. Les applications de la carte**

Ces cartes peuvent avoir plusieurs applications, il suffira uniquement de changer selon les désirs la programmation de l'ATmega8535. Leur avantage fondamental est de pouvoir communiquer à distance une information utile.

L'usage d'un chronomètre fixe et précis s'avère aujourd'hui indispensable dans différents domaines. Notre projet s'adapte aux épreuves sportives par exemple, bien qu'il existe d'autres méthodes telles que la photo-détection, plus précise, qu'on utilise notamment pour les Jeux Olympiques.

## **Conclusion**

Le cahier des charge est respecté.

### ***Avis personnels***

#### **Romain MONSTERLET**

Ce projet d'étude et réalisation fut bénéfique. En binôme nous nous sommes penchés sur toute la partie de programmation (nécessaire à la réalisation du projet) de manière progressive. Les différents problèmes rencontrés ont été gérés à temps afin de pouvoir présenter à la dernière séance d'ER du semestre 4 un dispositif intéressant et fonctionnel.

Les modules FM ayant fonctionné que tardivement, nous avons réellement apprécié de voir notre projet se « concrétiser ». En effet, nous n'avons malheureusement pas eu, par manque de temps, l'occasion de sortir tout le matériel et de voir les Karts de l'IUT GEII réaliser la première course de 50 m (ou plus) chronométrée automatiquement par ce système...

#### **Romain BOUQUET**

J'ai particulièrement aimé ce projet effectué en binôme. La programmation d'un Atmega8535 est assez passionnante. Ce qui l'était encore plus était le fait de pouvoir faire communiquer les cartes entre elles via une liaison FM. J'aurai également aimé pouvoir étudier la communication par WIFI, celle-ci semblait très intéressante mais également plus complexe.



## **Résumé**

Afin de chronométrer les karts deux par deux et automatiquement lors de l'épreuve du 50 mètres départ-arrêté, nous avons réalisé ce projet consistant à réaliser la communication sans fil entre la borne de départ et la borne d'arrivée de la course.

Après avoir pris en main le logiciel de programmation de l'ATmega8535 et étudié les modules d'émission et de réception FM, nous avons programmé les cartes électroniques afin qu'une d'entre elle puisse délivrer un message à la seconde et déclencher les chronomètres; et que l'autre traite les données pour afficher le temps de chacun des karts ainsi que le temps record.

Les boutons poussoirs présents sur les cartes permettent de simuler convenablement le signal provenant des cartes de détection laser. Ainsi, le projet pourra sous peu de temps rentrer intégralement en application.

## **Index des illustrations**

|  |    |
|--|----|
| Illustration 1: Communication sans fil.....        | 1  |
| Illustration 2: Schéma explicatif .....            | 5  |
| Illustration 3: Planning.....                      | 8  |
| Illustration 4: Schéma fonctionnel.....            | 9  |
| Illustration 5: Carte ATmega.....                  | 10 |
| Illustration 6: Modules FM.....                    | 11 |
| Illustration 7: Nomenclature.....                  | 12 |
| Illustration 8: Configuration AVR.....             | 14 |
| Illustration 9: Test n°2 ( BP Bleu ok ).....       | 16 |
| Illustration 10: Test n°2 ( BP Jaune ok ).....     | 16 |
| Illustration 11: Test n°2 ( Aucun BP ).....        | 16 |
| Illustration 12: Test n°3 (Aucun Bouton).....      | 17 |
| Illustration 13: Test n°3 ('B' envoyé) .....       | 17 |
| Illustration 14: Test n°3 ('J' envoyé).....        | 17 |
| Illustration 15: Test n°4 (Mise sous tension)..... | 18 |
| Illustration 16: Test n°4 (Départ du Kart 2).....  | 18 |
| Illustration 17: Test n°4 (Arrivée du Kart 2)..... | 18 |
| Illustration 18: Test n°4 (Départ du Kart 1).....  | 19 |
| Illustration 19: Test n°4 (Arrivée du Kart 1)..... | 19 |
| Illustration 20: Test 4 (Remise à zéro).....       | 19 |
| Illustration 21: Borne de départ.....              | 21 |
| Illustration 22: Borne d'arrivée.....              | 21 |
| Illustration 23: Module émission.....              | 22 |
| Illustration 24: Module réception.....             | 22 |
| Illustration 25: Montage sur plaque d'essai.....   | 22 |

## **Bibliographie**

- Photos personnelles
- Pages Web : «<http://www.thierry-lequeu.fr/>»
- Projet 2007 de M. FONTAINE et de M. GABORIEAU, anciens étudiants au GEII de Tours.
- Datasheet des module FM et ATmega8535

# Annexes



## FM TRANSMITTER & RECEIVER HYBRID MODULES.

## FM-RTFQ SERIES FM-RRFQ SERIES

- FM Radio Transmitter & Receivers
- Available as 315 or 433 or 868MHz
- Transmit Range up to 250m
- Miniature Packages
- Data Rate up to 9.6Kbps
- No Adjustable Components
- Very Stable Operating Frequency
- Operates from -20 to +85°C

### Transmitter

- 3-12 Supply Voltage
- SIL, DIL or SMT Packages available

### Receiver

- PLL XTAL Design
- CMOS/TTL Output
- RSSI Output
- Standby Mode (max 100nA)
- 5V Supply Voltage

### Applications

- Wireless Security Systems
- Car Alarms
- Remote Gate Controls
- Remote Sensing
- Data Capture
- Sensor Reporting



RTFQ1



RTFQ1 SM



RTFQ2



RRFQ1



RRFQ2

### Description

These miniature RF modules provide a cost effective high performance FM Radio data link, at either 315, 433.92 or 868MHz. Manufactured using laser trimmed processes on thick film ceramic substrates, the hybrid modules exhibit extremely stable electronic characteristics over an industrial temperature range. The hybrid technology uses no adjustable components ensuring very reliable operation.

This transmitter and receiver pair enables the simple implementation of a data link at distances up to 75 metres in-building and 250 metres open ground.

These modules will suit one-to-one and multi-node wireless links in applications including car and building security, EPOS and inventory tracking, remote industrial process monitoring and computer networking. Because of their small size and low power requirements both modules are ideal for use in portable, battery-powered applications such as hand-held terminals.





**Transmitters**

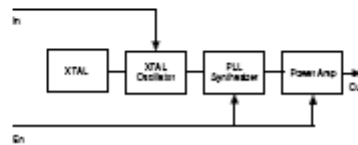
There are three versions of transmitter:

RTFQ1; A dual in line package operating at 3.3V. This provides the most rugged mechanical fixing to the host PCB. Power down mode is also available.

RTFQ1 SM; A dual in line surface mount package operating at 3.3V. This provides the quickest and most efficient mechanical fixing to the host PCB. Currently only available in 433MHz.

RTFQ2; A Single in Line Package incorporating a voltage regulator for 3-12V operation. Compatible with many other RF transmitter module footprints available.

**Transmitter Block Diagram**



**Part Numbering**

| Part Number    | Description                                   |
|----------------|---|
| FM-RTFQ1-315   | DIL FM Transmitter Module 315 MHz             |
| FM-RTFQ1-433   | DIL FM Transmitter Module 433.92 MHz          |
| FM-RTFQ1-888   | DIL FM Transmitter Module 888.35 MHz          |
| FM-RTFQ2-433P  | SIL FM Transmitter Module 433.92 MHz 3-12V VP |
| FM-RTFQ2-888P  | SIL FM Transmitter Module 888.35 MHz 3-12V VP |
| FM-RTFQ1-433SM | Surface Mount FM Transmitter 433.92 MHz       |

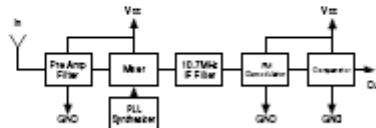
**Receivers**

There are two versions of receiver:

RRFQ1; A Single in Line Package with sleep / Power down mode.

RRFQ2; A Single in Line Package, pin compatible with many other receivers

**Receiver Block Diagram**



**Part Numbering**

| Part Number  | Description                       |
|--------------|-----------------------------------|
| FM-RRFQ1-315 | SIL FM Receiver Module 315 MHz    |
| FM-RRFQ1-433 | SIL FM Receiver Module 433.92 MHz |
| FM-RRFQ1-888 | SIL FM Receiver Module 888.35 MHz |
| FM-RRFQ2-433 | SIL FM Receiver Module 433.92 MHz |
| FM-RRFQ2-888 | SIL FM Receiver Module 888.35 MHz |

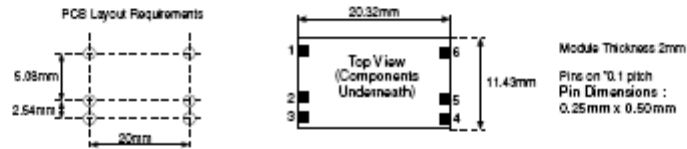




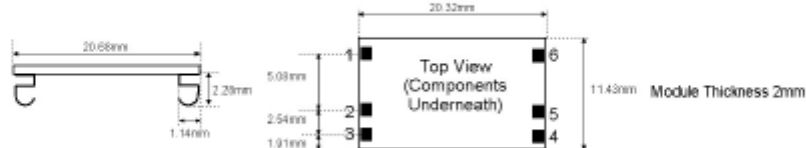
## FM TRANSMITTER & RECEIVER HYBRID MODULES.

## FM-RTFQ SERIES FM-RRFQ SERIES

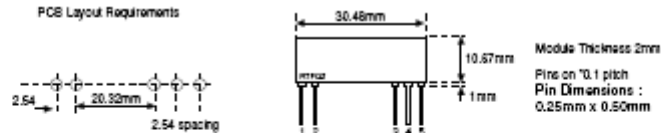
### RTFQ1 Mechanical Dimensions



### RTFQ1 SMT Dimensions



### RTFQ2 Mechanical Dimensions



### Pin Description

| RTFQ1 | RTFQ2 | Name | Description                             |
|-------|-------|------|---|
| 1     | N/A   | En   | Enable (active high)                    |
| 2     | 5     | IN   | Data input                              |
| 3     | 1     | GND  | Ground, Connect to RF earth return path |
| 4     | 3     | Vcc  | Supply Voltage                          |
| 5     | 4     | GND  | Ground, Connect to RF earth return path |
| 6     | 2     | EA   | External Antenna                        |

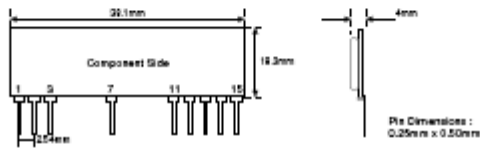
### Technical Specifications

| Electrical Characteristics          | MIN | TYPICAL                   | MAX   | DIMENSION |
|-------------------------------------|-----|---------------------------|-------|-----------|
| Supply Voltage RTFQ1                | 2.1 | 3.3                       | 4.00  | V         |
| Supply Voltage RTFQ2                | 2.5 |                           | 12.00 | V         |
| Supply Current                      |     | 7                         | 8     | mA        |
| Standby Current (IN = EN = Low)     |     |                           | 100   | nA        |
| Frequency                           |     | 315.0<br>433.92<br>868.35 |       | MHz       |
| RF Output into 50Ω (Vcc=3.3V)       |     | +5 / -5 / +1              |       | dBm       |
| Initial Frequency Accuracy          | -35 | 0                         | +35   | KHz       |
| FM Deviation                        | 25  | 30                        | 35    | KHz       |
| Harmonic Spurious Emissions         |     | -50                       |       | dBc       |
| Input High Voltage RTFQ1            | 1.5 |                           | Vcc   | V         |
| Input High Voltage RTFQ2            | 1.5 |                           | 5.5   | V         |
| Power up Time (En to full RF)       |     |                           | 1     | mS        |
| Power up Time (Power on to full RF) |     |                           | 5     | mS        |
| Max Data Rate                       |     |                           | 9.6   | KHz       |
| Operating Temperature               | -25 |                           | +80   | °C        |

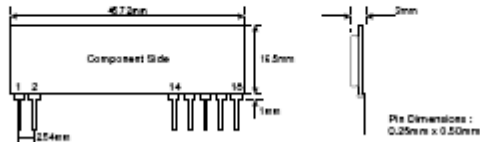




**RRFQ1 Mechanical Details**



**RRFQ2 Mechanical Details**



**Pin Description**

| RRFQ1    | RRFQ2 | Pin Description                              |
|----------|-------|--|
| 1        | 16    | +Vcc   |
| 2, 7, 11 | 2, 15 | GND  |
| 3        | 1     | Data In (Antenna)                            |
| 12       |       | NC   |
| 13       | 14    | Received Signal Strength Output              |
| N/A      | 17    | A F Output                                   |
| 14       | 18    | Data Out                                     |
| 15       | N/A   | Power Down<br>0V = Standby<br>5V = Operating |

**RSSI Output\***

| RF In (dBm) | RSSI (V) |
|-------------|----------|
| -120        | 1.20     |
| -110        | 1.32     |
| -100        | 1.50     |
| -90         | 1.78     |
| -80         | 2.08     |
| -70         | 2.35     |
| -60         | 2.62     |
| -50         | 2.72     |
| -40         | 2.75     |

**RSSI Output**

The RSSI provides a DC Voltage proportional to the peak value of the receive data signal. This output can be used as an indicator for the received signal strength to use in wake-up circuits etc.

An RC circuit is normally used to provide the timing for the RSSI signal. The modules have a 10nF capacitor internally connected to GND, therefore a pull down resistor (to GND) connected to the RSSI pin may be used to generate a simple RC network time constant for the RSSI signal output.

Please note that the maximum output current is typically 950µA, the discharge current is lower than 2µA





**Technical Specifications**

| Electrical Characteristics   | Min   | Typical                    | Max   | Dimension | Notes     |
|--|-------|----------------------------|-------|-----------|-----------|
| Supply Voltage (Vcc)   | 4.5   | 5                          | 5.5   | V         |           |
| Supply Current (Operating)   |       | 5.7                        | 8.8   | mA        |           |
| Supply Current (Standby)   |       |                            | 100   | nA        |           |
| Receiver Frequency   |       | 315.00<br>433.92<br>868.35 |       | MHz       |           |
| R.F Sensivity (100% AM)<br>315 ,433MHz versions<br>868MHz versions |       | -103<br>-100               |       | dBm       |           |
| 3dB Bandwidth  |       | ±150                       |       | KHz       |           |
| Data Rate  |       |                            |       |           |           |
| RRFQ1  | 300   |                            | 9,600 | Hz        |           |
| RRFQ2  | 300   |                            | 4,800 |           |           |
| Turn on Time   |       |                            | 5     | mSecs     | 1         |
| Turn on Time   |       | 8                          |       | mSecs     | 2         |
| Level of Emitted Spectrum  |       |                            | -70   | dBm       |           |
| Low Level Output Voltage   |       |                            | 0.8   | V         | I = 200uA |
| High Level Output Voltage  | Vcc-1 |                            |       | V         | I = 200uA |
| RSSI Output  |       | 0.95                       |       | mA        |           |
| Operating Temperature Range  | -25   |                            | +80   | °C        |           |

**Notes**

1. Time from PD pin going high to stable data. (RRFQ1 only)
2. Time from Power ON to stable data.

**Prototyping Hints**

It is essential when building any Low Power Radio System that you have a 'clean' DC power source. Typically the ripple voltage should be less than 10mV Peak to Peak. Normally a 470uF decoupling capacitor is sufficient de-coupling for an AC derived DC power source. Small capacitors of 10-100nF can also be used across the power supply to filter high frequency noise.

Never place a Transmitter or Receiver directly into Vero-Board or any similar prototyping board. This will severely restrict the range. Rather, use small lengths of wire from the prototyping board to the pins of the Transmitter or Receiver.

A useful antenna, for testing purposes, for both the Transmitter and Receiver on 433MHz is to use a piece of wire 17.3cm long (23.8cm at 315MHz) soldered directly to the antenna pin.

Data should be encoded before it is transmitted over a wireless link to ensure reliability and reduce the effect of interference and cross talk. A range of encoders IC's are available from RF Solutions, please refer to the RF Solutions website for further information.



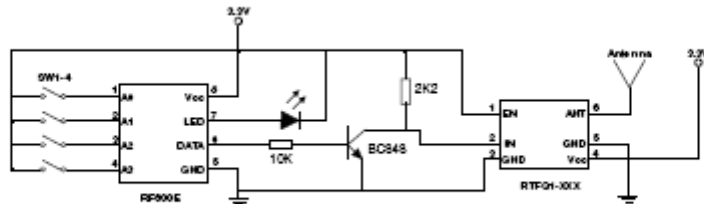




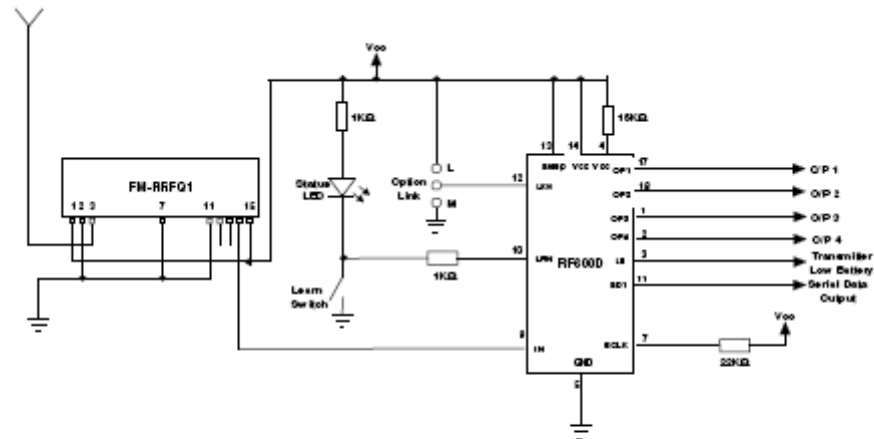
**Typical Application**

The following circuits show a remote control system with 'self learning feature'. Please refer to datasheet DS600 for more information.

**Transmitter Circuit**



**Receiver Circuit**



For more information or general enquiries, please contact:

**RF Solutions Ltd.,  
Unit 21, Cliffe Industrial Estate,  
South Street, Lewes, E Sussex, BN8 6JL, England  
Tel +44 (0)1273 898 000 Fax +44 (0)1273 480 661**

**Email: [sales@rfsolutions.co.uk](mailto:sales@rfsolutions.co.uk) <http://www.rfsolutions.co.uk>**

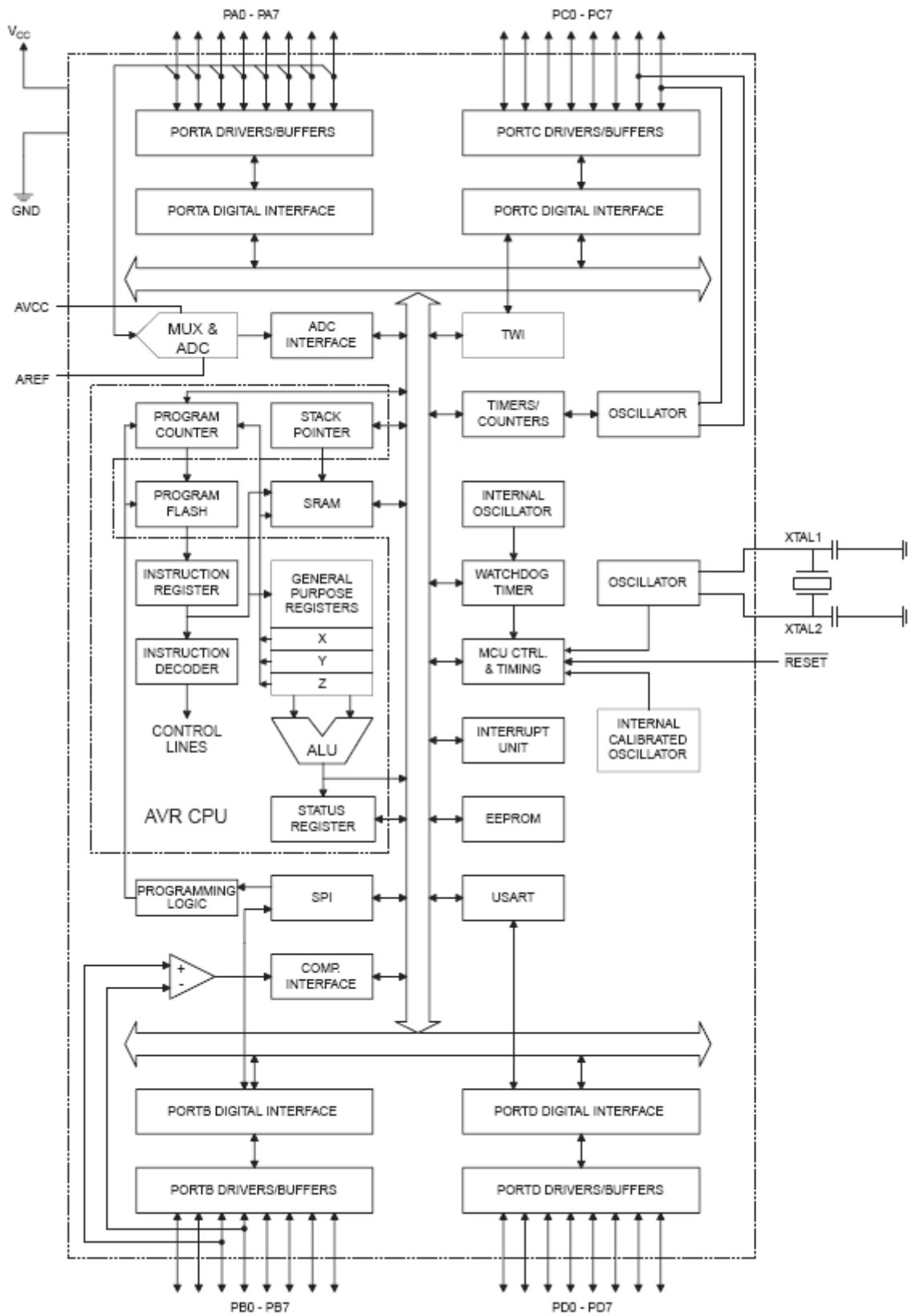
*RF Solutions is a member of the Low Power Radio Association*

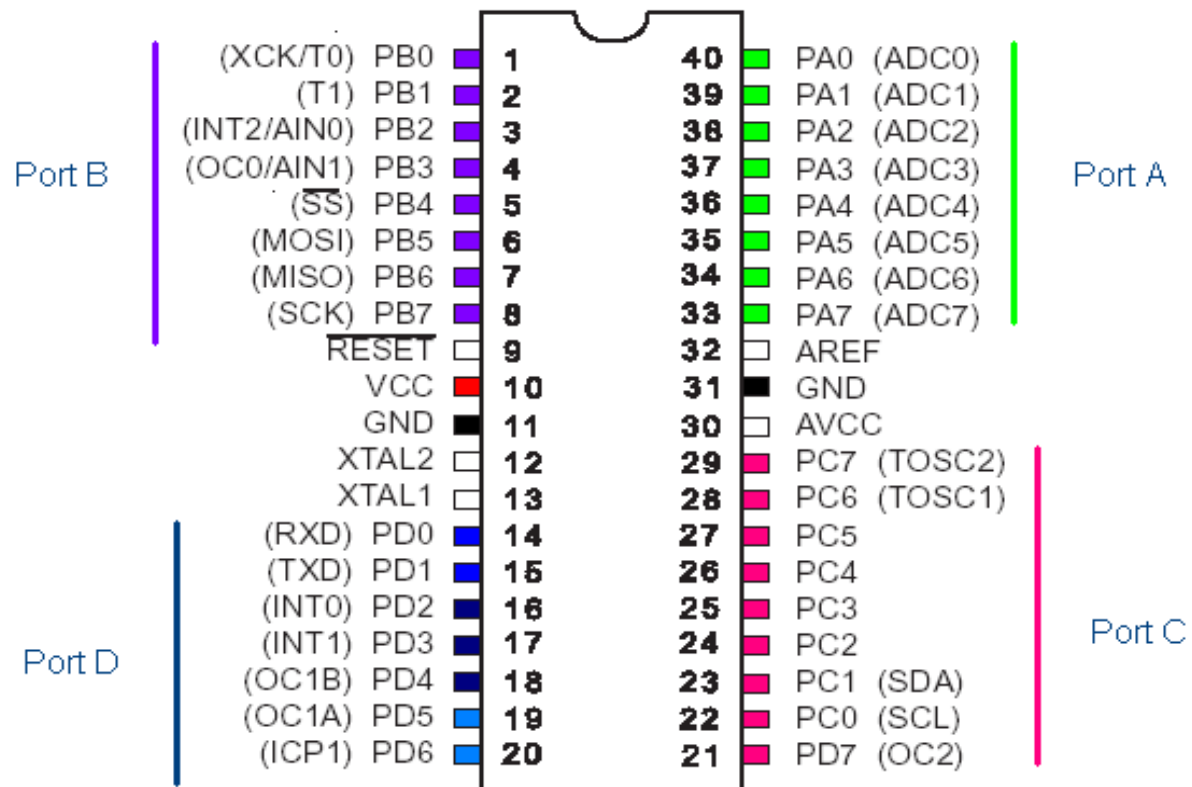
All Trademarks acknowledged and remain the property of the respected owners

Information contained in this document is believed to be accurate, however no representation or warranty is given and R.F. Solutions Ltd. assumes no liability with respect to the accuracy of such information. Use of R.F. Solutions as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval from R.F. Solutions Ltd.



# ATmega8535





PD5 et PD6 : Boutons poussoirs

PD0 : Réception (RxD)

PD1 : Transmission (TxD)

VCC et GND: Alimentation