

PROJET FIL PILOTE 433MHz

Ce dispositif est une passerelle sans fil basé sur une communication 433MHz entre un générateur de « fil pilote » type programmateur d'un côté, et d'un ou plusieurs radiateurs électrique de l'autre.

La solution hardware mis en œuvre utilise des microcontrôleurs Microchip 16F1825 programmés en langage C, et des modules émetteur/récepteur 4333Mhz.

L'objet de ce document est de fournir toutes les informations nécessaires à la compréhension et la réalisation de ce dispositif, aussi bien pour la partie matériel que pour la partie logiciel. Libre à chacun ensuite de réaliser exactement le même projet ou simplement de s'en inspirer pour ses propres besoins.

Historique du document

Date	Révision	Description
16/10/2015	A	Création

SOMMAIRE

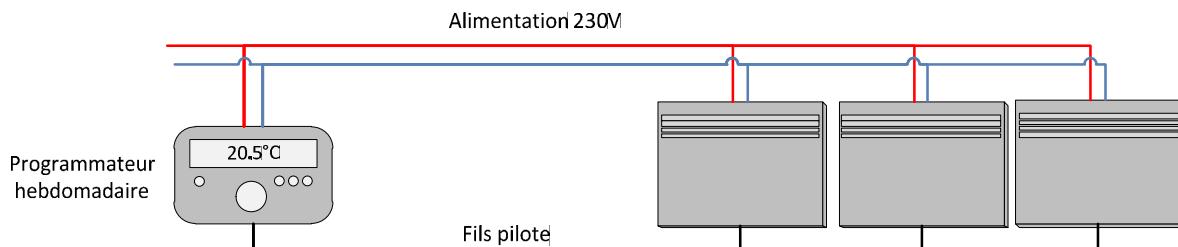
GENERAL.....	3
Présentation	3
Ordre du Fil pilote	4
Protocole EasyHome	5
Alimentation 230V->5V à capacité chutrice.....	6
RX BOARD	8
Hardware.....	8
Présentation de la carte Rx	8
Bill Of Material.....	9
Choix des composants.....	10
Réalisation de la carte Rx	10
Configuration Hard du PIC.....	14
Principe d'acquisition du signal récepteur RF	14
Software	14
Fonction « main »	14
Fonction « Gestion_OPTO_LED »	15
Evolutions possibles	15
TX BOARD	16
Hardware.....	16
Présentation de la carte Tx.....	16
Bill Of Material.....	17
Choix des composants.....	18
Réalisation de la carte Tx.....	19
Configuration Hard du PIC.....	25
Software	25
Configuration Soft	25
Fonction « acquisition de l'ordre de pilotage ».....	25
Fonction « Emettre commande en HF »	25
Fonction « main »	26
Fonction « Gestion_LED »	26
Synchro	26
Evolutions possibles	26
HISTORIQUE EVOLUTION LOGICIEL.....	27
Rx_Fil_Pilote	27
v1.0	27
Tx_Fil_Pilote	27
v1.0	27

GENERAL

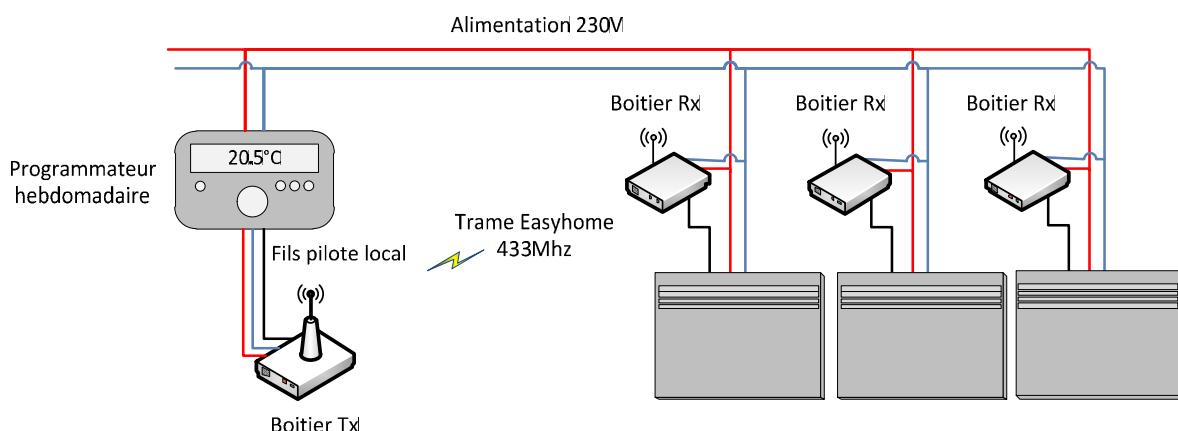
Présentation

Le but de ce dispositif est de pouvoir piloter des radiateurs avec un programmeur hebdomadaire en utilisant l'interface du « fil pilote », mais sans fil...

Dans une installation conventionnelle, le programmeur est relié physiquement aux différents radiateurs au travers d'un fil, dit « pilote » qui transmet l'ordre de commande :



Le dispositif se propose de remplacer cette liaison filaire par une liaison sans fil RF 433MHz :



Il est constitué de 2 boîtiers

- Un boîtier Tx qui sert de convertisseur ‘Fil Pilote -> Emetteur RF 433MHz’. Ce boîtier est connecté localement au programmeur. Son rôle est de lire et décoder l’ordre « fil pilote » émanant du programmeur en local. Il diffuse ensuite cet ordre grâce à l’émetteur RF.
- Un boîtier Rx qui sert de convertisseur ‘Récepteur RF 433MHz -> Fil pilote’. Ce boîtier est relié localement au niveau de chaque radiateur. Son rôle est de recevoir et décoder la trame reçue en liaison RF. Il se charge ensuite de retranscrire l’ordre sur l’interface fil pilote local à destination du radiateur sur lequel il est raccordé.

Le principal intérêt est bien évidemment de pouvoir piloter son chauffage électrique même si l’installation n’est pas pourvu d’un fil pilote à la base.

Les avantages sont :

- N’importe quel programmeur fil pilote standard du commerce peut être relié au boîtier émetteur.

- Utilisation possible en mixte : Fil pilote « physique » + Liaison RF. Utile si on souhaite rajouter un radiateur sur une installation déjà existante.
 - Ouvre la possibilité d'une utilisation en domotique : Les boitiers récepteurs peuvent être utilisés avec une box domotique compatible avec le protocole Easyhome de Chacon (gamme DI-O) comme Zibase par exemple.
- Quant au boîtier Tx, il peut être relié à n'importe quel équipement produisant une commande du type « fil pilote ».
- Son coût. Des solutions équivalentes existent dans le commerce mais à des prix relativement élevés (Exemple : PACK DRIVER 620 RADIO/FP de Deltia Dore avec un émetteur et 5 récepteurs pour environ 450€). En 2015, le coût de revient est de 30€ pour le boîtier Tx et de 30€ pour un boîtier Rx, auquel il faudra ajouter le prix d'un programmeur standard qui commence autour de 100€ (soit environ $1 \times 30 + 5 \times 30 + 100 = 280$ € pour un équivalent du pack Deltia Dore).

Pour être tout à fait honnête, le prix de revient de cette solution est sûrement plus élevé. En effet, il est difficile de se procurer tous les composants dans les quantités exactes car les grossistes imposent des quantités minimales pour les CMS, ce qui augmente le prix au moment de la commande. De plus le prix du PCB n'est pas inclus, de même que les frais de port pour la livraison des composants... Les chiffres données ici sont donc indicatifs, libre à chacun de faire sa propre évaluation des coûts.

Le principal inconvénient est :

- La portée du 433Mhz peut être un peu juste dans certaines installations où les boîters émetteur et récepteur sont fort éloignés ou séparés par des murs épais. Cela pourrait entraîner la désynchronisation d'un ou plusieurs récepteurs.

Ordre du Fil pilote

Ce terme désigne en fait un système de commande basé sur le signal électrique alternatif 230 Vac.

ORDRE	Symbol	Signal électrique appliqué au fil pilote	
<i>Confort</i>		<i>Pas de signal</i>	
<i>Eco</i>		<i>220 volts</i>	
<i>Hors-gel</i>		<i>220 volts alternance négative</i>	
<i>Arrêt</i>		<i>220 volts alternance positive</i>	
<i>Confort -1 °C</i>		<i>Signal temporisé</i>	
<i>Confort -2 °C</i>		<i>Signal temporisé</i>	

Protocole EasyHome

La liaison RF433MHz utilise le protocole EasyHome. Il semblerait qu'il existe plusieurs variantes, chacune avec des petites spécificités. En tout cas, celui décrit ci-dessous est compatible avec les modules D-IO de Chacon.

Une trame est codée sur 32 bits en utilisant un code Manchester :

- Le bit 1 = Manchester '10'
- Le bit 0 = Manchester '01'

Manchester '1' = un front haut (1) de 275 µs et un front bas(0) de 1300 µs

Manchester '0' = un front haut (1) de 275 µs et un front bas(0) de 240 µs

Par conséquent, chaque bit est codé suivant les niveaux logiques suivant :



1 bit

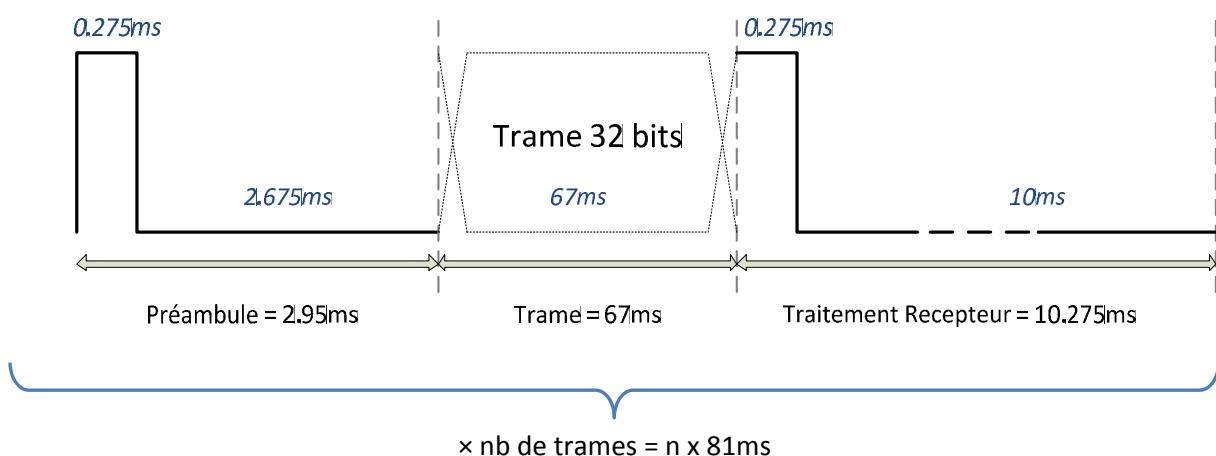


0 bit

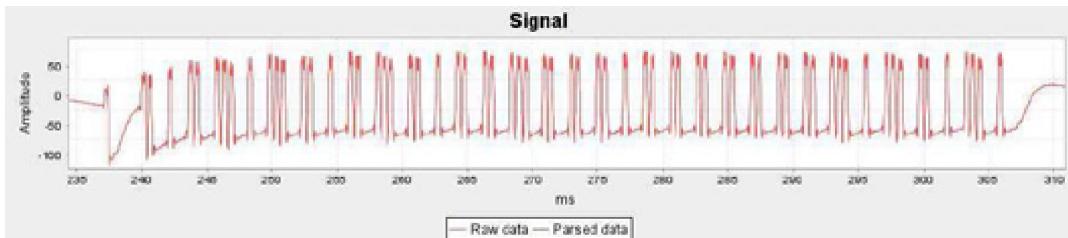
Chaque trame doit être précédée par un préambule qui permet la synchronisation du récepteur sur le début de la trame : front haut de 275 µs puis un front bas de 2675 µs.

En fin de trame, un pulse haut de 275 µs permet de terminer proprement et de marquer la fin de la trame afin d'identifier la fin du pulse bas qui précède.

Afin d'être sûr que le récepteur reçoive bien la trame, on peut envoyer l'envoyer plusieurs fois d'affilé avec une temporisation de 10ms entre chaque envoi.



Exemple de trame enregistrée :



Alimentation 230V->5V à capacité chutrice

Le but est de disposer d'une alimentation 5V à partir du 230V secteur la plus petite et la moins chère possible. Une solution simple, que l'on retrouve dans beaucoup de produit grand public, est un montage à base de capacité chutrice. Le seul inconvénient c'est le courant de sortie qui est directement limité par la taille du condensateur. En général on se limite à quelque dizaine de mA.

Des notes d'applications traitent de ce sujet.

- Note d'application AN1476 de ST : LOW-COST POWER SUPPLY FOR HOME APPLIANCES:



- Note d'application AN954 de Microchip : CAPACITIVE TRANSFORMERLESS POWER SUPPLY :



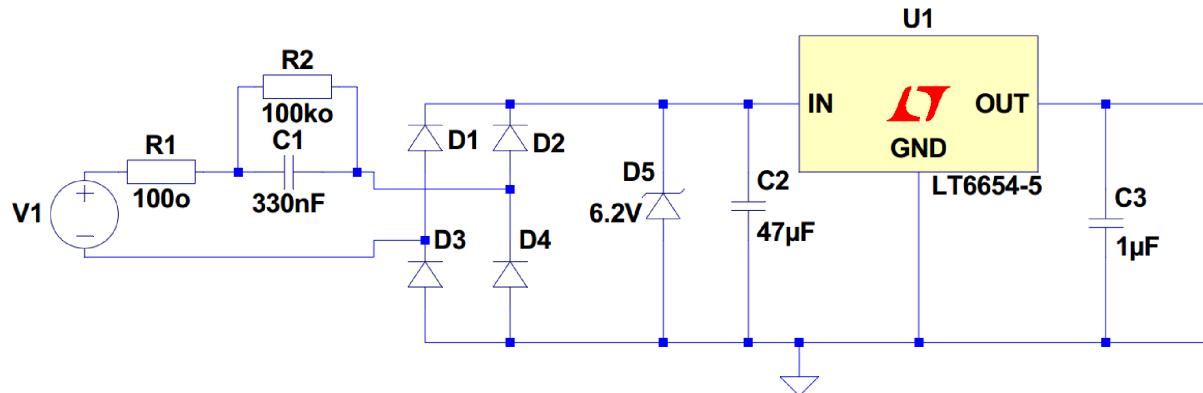
Il y a également l'excellent travail de Philippe Morenton pour le Lycée Technique Pierre Emile Martin Bourges qui détaille le fonctionnement d'un tel montage:

- ALIMENTATION SECTEUR SANS TRANSFORMATEUR :



Note: Les formules pour le calcul du courant ne sont pas tout à fait correctes dans la note de Microchip. Il vaut mieux se basé sur celles de ST, qui sont démontrées dans le document de Philippe M.

Voici le schéma de principe pour un montage utilisant les 2 alternances du réseau 230V et un régulateur de tension en sortie.



En réalité le régulateur de tension est en option, voire superflu. La diode zener est généralement suffisante pour une régulation correcte de la tension de sortie. Il faut alors adapter sa valeur à la tension voulue.

RX BOARD

Hardware

Présentation de la carte Rx

La carte est structurée autour d'un microcontrôleur PIC16F1825. D'un côté il lit les trames en provenance du récepteur 433Mhz, et de l'autre il génère l'ordre du fil pilote au travers d'un ensemble d'optocoupleur triac et de diodes.

La carte est également munie de 2 leds d'indication d'état ainsi que d'un bouton reset. Celui-ci permet de reseté le PIC si besoin sans devoir couper l'alimentation.

La programmation du PIC se fait au travers d'un connecteur ISCP. A noter que ce connecteur permet également d'établir une liaison série RS232 pour le débogage ou le monitoring si besoin.

Le tout est alimenté en 5V par une alimentation à capacité chutrice, protégé en amont par un fusible. Il également possible d'alimenter la partie basse tension à l'aide d'une pile 9V branché sur le bornier 2 voies lors de phases de tests pour vérifier le bon fonctionnement de la partie basse tension. Cette dernière partie est totalement optionnelle et n'est pas indispensable au bon fonctionnement de la carte.

Le schéma de principe est donné ici :



Rx Board-v1.2 -
Schéma.pdf

Bill Of Material

Bill of Materials RX Board v1.2

Ref Name	Valeur	Ref Grossiste*	Description	Manufacteur	Référence Fabricant	Prix Unitaire (HT)	Quantité	Prix de la ligne	Remarque
C1	330 nF	1112844	CONDENSATEUR X2 0.33UF 305VAC 15MM	EPCOS	B32922C3334M000	0.46	1	0.46	
C2	220 uF	9451099	CONDENSATEUR 220UF 16V	MULTICOMP	MCGPR16V227M6.3X11	0.101	1	0.10	
C3, C4, C5, C6	100 nF	1759361	CONDENSATEUR MLCC 1206 X7R 50V 100nF	MULTICOMP	MC1206B104K500CT	0.034	4	0.14	
D1, D2		1559146	DIODE, FAST SMF GP 0.5A 800V	TAIWAN SEMICONDUCTOR	RSFKL	0.106	2	0.21	
DZ1	6.2 V	2285247	DIODE ZENER 2W 6.2V TMINIP-F2-B	PANASONIC	DZ2406200L	0.32	1	0.32	
FS1		KEYS3552	Porte Fusible	KEYSTONE	3552	0.426	1	0.43	
FS1 bis	80mA	RFTQ-0.08A	Fusible temporisé	BEL FUSE	0697-0080-01	0.255	1	0.25	
J1		ZL262-5SG	Connecteur Femelle ICSP Femelle 5pins	NINIGI	ZL262-5SG	0.078	1	0.08	
LED1		1142512	LED 3MM FAIBLE COURANT ROUGE	KINGBRIGHT	L-934LID	0.129	1	0.13	
LED2		1142509	LED 3MM FAIBLE COURANT VERT	KINGBRIGHT	L-934LGD	0.134	1	0.13	
PL1	-		Antenne			0	1	0.00	Nono fils d'une longueur de 17cm
R1	100 ohm	KNP01SJ0101A10	RESISTANCE BOBINEE DE PRE-CHARGE 1W	ROYAL OHM	KNP01SJ0101A10	0.083	1	0.08	
R2, R11	470 kΩ	HP06-470K5%	RESISTANCE 1206 470K	ROYAL OHM	HP06W2J0474T5E	0.01	2	0.02	
R3, R4, R5, R6, R7	1.5 ko	9335951	RESISTANCE 1206 1K5	MULTICOMP	MC0125W120611K5	0.018	5	0.09	
R8,R9	10 ko	9335765	RESISTANCE 1206 10K	MULTICOMP	MC0125W1206110K	0.049	2	0.10	
R10	100 Ω	RC1206JR-07100R	RESISTANCE 1206 100Ω	ROYAL OHM	RC1206R-07100RL	0.01	1	0.01	Optionnel
SW1		DS1002-03-1*3131	PORTE BOUTTON POUSSOIR	CONNFLY	DS1002-03-1*3131	0.16	1	0.16	
SW1 bis		2079491	COMMUTATEUR 6.0X3.5MM 2.4N MARRON	PANASONIC	EVQPJJ04T	0.27	1	0.27	Permet de surélever le BP
U1		7355572	PONT REDRESSEUR CMS 0.5A 1000V	TAIWAN SEMICONDUCTOR	MBS10	0.29	1	0.29	
U2		1793675	TERM BLOCK, PCB, SCREW, 5.0MM, 3WAY	PHOENIX CONTACT	PT1,5/3-5.0-H	0.57	1	0.57	
U3		1841448	Microchip PIC16F1825	MICROCHIP	PIC16F1825-I/SL	1.39	1	1.39	Sample possible
U4		3160634	REG TENSION LDO 0.1A 5.0V 3480 SOT-23-3	TEXAS INSTRUMENTS	LM3480IM3-5.0	0.8	1	0.80	Sample possible
U5, U6		1045434	OPTOCOUPLEUR Z-X DRIVER DE TRIAC	VISHAY	IL410	2.25	2	4.50	
U7		1699486	MODULE RECEPTEUR 433MHz AM SUPEREGEN	AUREL	AC-RX2	5.37	1	5.37	
U8		3041359	BORNIER SUR CI 2V 2.54MM	PHOENIX CONTACT	1725656	1.38	1	1.38	Optionnel
Divers		2293488	LED MOUNTING RING	VCC	RTN150	0.133	2	0.27	
Divers		2293483	LIGHT PIPE, SINGLE, ROUND, PANEL	VCC	LPC020CTP	0.36	2	0.72	
Boitier	-		Boite de dérivation en Saillie	LEGRAND	860 57 - 861 57	6.3	1	6.30	Disponible en GSB
							Sous total	24.57 €	
							TVA	4.91 €	
							Total TTC:	29.48 €	

* En Noir: Référence Farnell

En Bleu: Référence TME

Optionnel: composant non nécessaire au fonctionnement nominal



Le fichier Excel est donné ici :

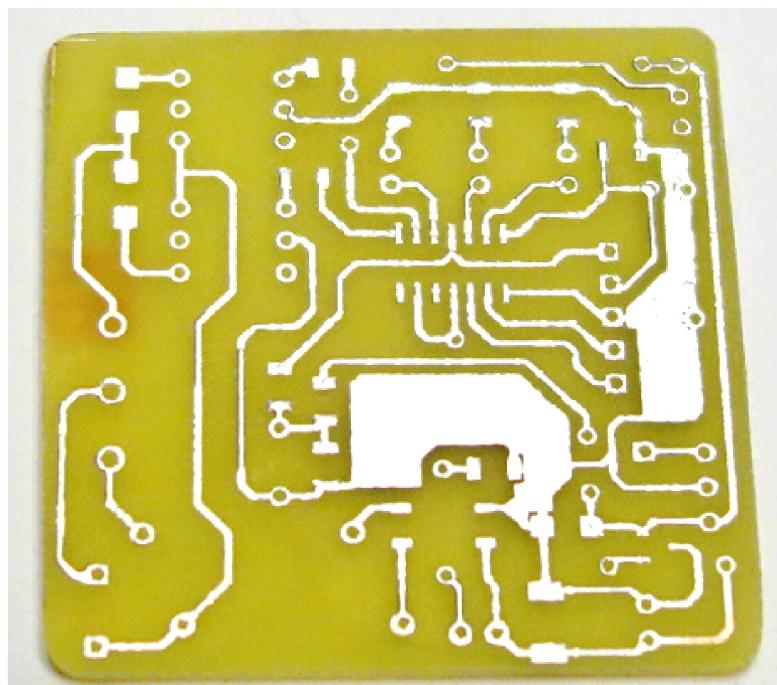
Choix des composants

Juste un petit mot sur le choix des composants :

- Le condensateur principal C1: Il doit obligatoirement être de classe X2 pour pouvoir être branché directement sur le réseau EDF
- La résistance R1 : Elle ne sert qu'à limiter l'appel de courant lors de la mise sous tension. Les résistances bobinées sont un bon choix pour leur capacité à absorber les pointes de courants.
- Les optocoupleur-triac IL410 U5 et U6 : L'alimentation 5V étant limité en courant, il était important de choisir des optocoupleur dont la consommation est la plus faible possible. La référence IL410 de chez Vishay ne consomme que 2mA, ce qui est parfait pour cette application
- Les leds : Pour les mêmes raisons on choisit des leds faibles courant. Ici environ 2mA par leds.
- Récepteur 433MHz U7 : Les modules Aurel semble être un bon compromis qualité/Prix. On trouve une foule de modules bien moins chères, mais quid de la qualité ?

Réalisation de la carte Rx

Elle est réalisée à partir d'un PCB une seule face qu'il est facile de graver soi-même pour quiconque possédant un minimum de matériel :

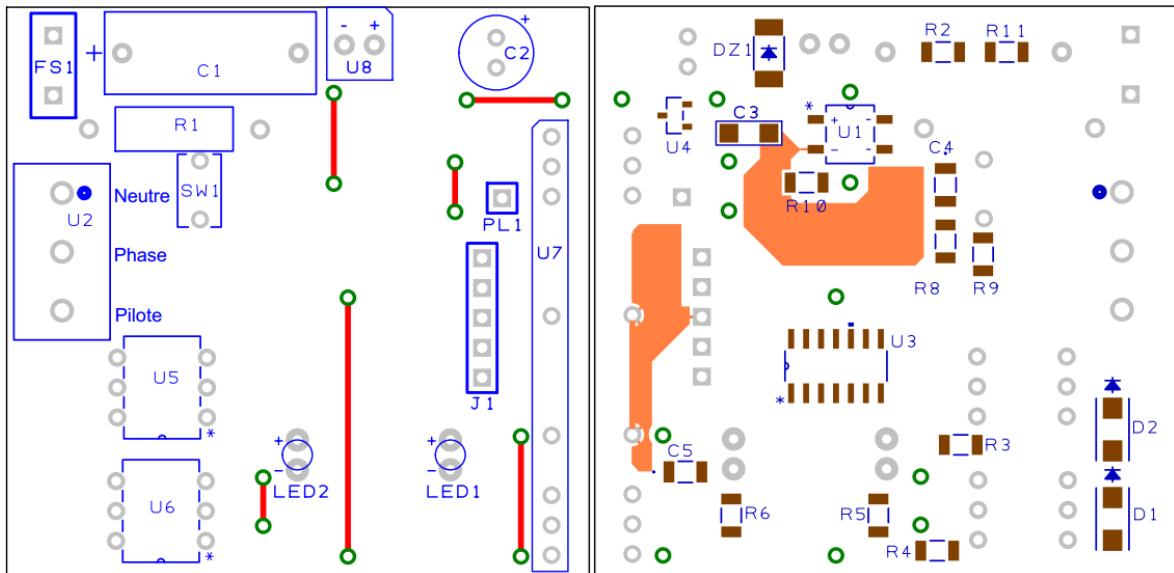


PCB Rx Board v1.1 (étamé)

Le Typon est donné ici :



Et le placement des composants est comme suit :



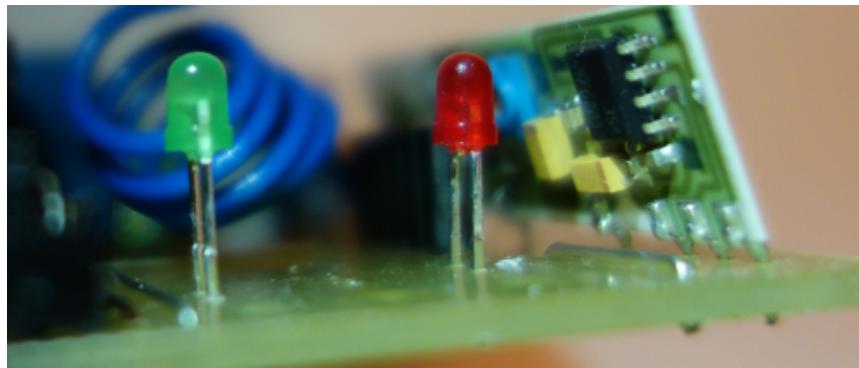
Vue de dessus

Vue de dessous

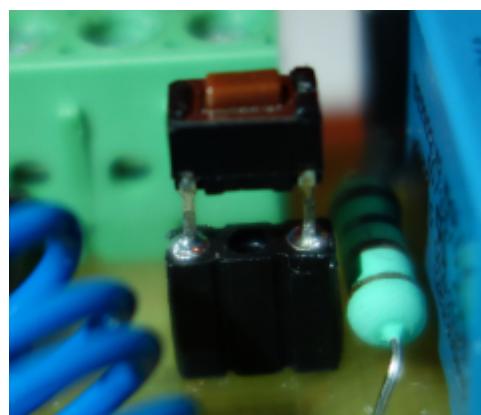
Souder les composants ne pose pas de problème particulier. Il faut bien faire attention au sens des composants, notamment pour les différentes diodes CMS.

Il y a tout de même quelques petits points d'attention :

- Les leds sont à surélever : idéalement au plus proche des diffuseurs sans pour autant qu'elles ne les touchent.



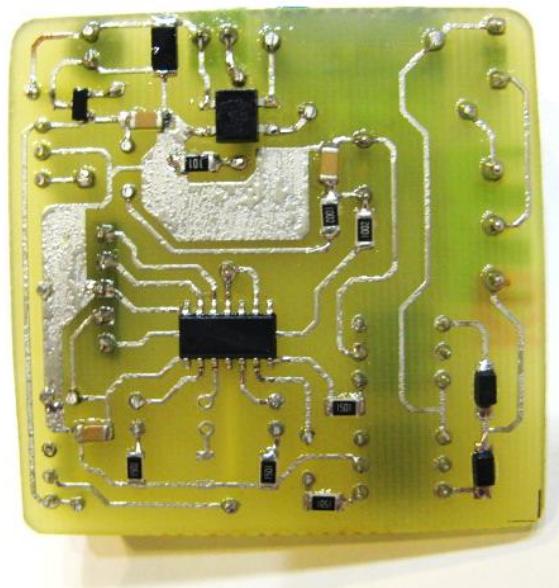
- Le bouton poussoir de reset est monté sur un support et permet de le surélever. Deux petits points de soudure permettent de le fixer à la bonne hauteur pour le rendre accessible avec une pointe de crayon.



Une fois que l'on s'est assuré que la carte est bien fonctionnelle, on passe un coup de bombe vernis isolant sur le côté piste. C'est préférable si on souhaite éviter les courts-circuits. C'est également plus sécurisant.



Vue de dessus



Vue de dessous

La taille du PCB de 50x50mm a été spécialement étudiée pour prendre le moins de place possible et rentrer dans une boîte de dérivation en saillie. Ici une Legrand référence 860 57 disponible dans n'importe quel GSB.

Pour la mise en boîtier :

- Une petite découpe du plastique à l'intérieur de la boîte est nécessaire pour que tout cela rentre bien :



- Le perçage du couvercle pour les diffuseurs de lumière avec un diamètre 4,3mm (un diamètre 4 suffit, il suffit d'insister un peu).

- Le perçage d'un petit trou pour le bouton reset. Il sera accessible avec une pointe de crayon par exemple.
- Perçage du couvercle pour le câble d'alimentation.

Une fois intégrée dans son boîtier et prêt à être relié à un radiateur :



Vue sans capot

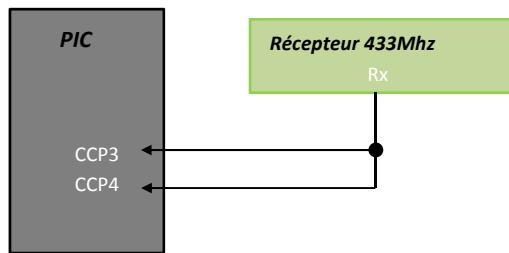
Vue boîtier fermé

Configuration Hard du PIC

+5V	Vdd		Vss	GND
Led 1	RA5		RA0	ICSP DAT /Tx
NA	RA4		RA1	ICSP CLK / Rx
MCLR	RA3		RA2	CCP3
Led 3	RC5		RC0	NA
Opto 1 (neg)	RC4		RC1	CCP4
Opto 2 (pos)	RC3		RC2	NA

Principe d'acquisition du signal récepteur RF

Le PIC reçoit le signal en provenance du récepteur RF sur 2 modules CCP. Le premier va détecter les fronts montants tandis que le second va détecter les fronts descendants.



Il est alors possible de connaître exactement la durée des fronts hauts et des fronts bas en comparant la valeur du Timer entre 2 interruptions générées par les modules CCP.
Ici on va s'intéresser uniquement à la **durée des fronts bas** puisque tous les fronts haut sont censés être de même durée.

Software

Fonction « main »

- On attend la détection du ‘préambule’. Le décodage de la trame ne peut pas démarrer tant que le front bas est trop court : Bruit ou trame loupée en cours.
- On initialise alors l’algorithme qui permet de décodé la trame en interceptant les bits Manchester :
 - o Pour chaque « pulse bas », on vérifie que la logique du protocole EasyHome est bien respectée : longueurs des pulses dans les tolérances, alternance de 0 et de 1 tous les 2 bits Manchester, et 64 bits Manchester reçu.
 - o Si ce n'est pas le cas (bruit ou trame erroné) on sort en déclarant la trame non valide.
- Si l'algorithme déclare que la trame est valide, alors on appelle la fonction Gestion_OPTO_LED en passant la trame reçue en paramètre.

Fonction « Gestion_OPTO_LED »

- La fonction reçoit en paramètre la commande.
- Suivant la valeur de la commande, les LEDs et les sorties de l'opto-coupleur sont gérés comme dans le tableau suivant :

	Consigne	Opto1_neg (RC4)	Opto2_pos (RC3)	Led 1 (RA5)	Led 3 (RC5)
Confort	<i>CoNf 436F4E66</i>	Off	Off	Off	On
Eco	<i>EcCo 4563436F</i>	On	On	Off	Clignotant
Hors-gel	<i>OrGl 4F72476C</i>	On	Off	On	Off
Arrêt	<i>ArEt 41724574</i>	Off	On	Clignotant	Off

Evolutions possibles

- Implémenter le Watchdog pour éviter un plantage. Un réglage à 2s est suffisant car le temps de réponse n'est pas critique.
- Implémenter une sauvegarde dans l'EPROM de la consigne en cours en cas de reset. Modifier le soft Tx en conséquence pour renvoyer la consigne en décalage pour ne pas tomber dans le cycle d'écriture de l'EEPROM en cas de changement rapide.

TX BOARD

Hardware

Présentation de la carte Tx

Cette carte ressemble fortement à la carte Rx, à ceci près qu'elle fait exactement l'inverse : Elle est également structurée autour d'un microcontrôleur PIC16F1825. D'un côté il lit l'état du fil pilote au travers d'un ensemble d'optocoupleur et de diodes, et de l'autre il génère l'ordre correspondant sur l'émetteur RF 433Mhz.

La carte est munie des mêmes interfaces que son homologue :

- 2 leds d'indication d'état
- Un bouton reset
- Un connecteur ISCP
- Une fiche circulaire d'alimentation 9V (optionnel)

Elle dispose en plus d'un bouton poussoir qui permet une synchronisation en renvoyant la commande en cours.

Elle est également muni d'un switch 2 voies. C'est uniquement dans le cadre de tests en basse tension. En effet, ce switch permet de simuler le comportement de l'optocoupleur en forçant les entrées du PIC à 0 ou 5V.

Important: Il est impératif qu'en mode normal, ce switch soit en position OFF.

Cette dernière partie est totalement optionnelle et n'est pas indispensable au bon fonctionnement de la carte.

Le schéma de principe est donné ici :



Tx Board-R2.1 -
Schéma.pdf

Bill Of Material

Bill of Materials TX Board v2.1

Ref Name	Valeur	Ref Grossiste*	Description	Manufacturer	Référence Fabricant	Prix Unitaire (HT)	Quantité	Prix de la ligne	Remarque
C1	330 nF	1112844	CONDENSATEUR X2 0.33UF 305VAC 15MM	EPCOS	B32922C3334M000	0.46	1	0.46	
C2	47uF	CE-47/16SP5X7	CONDENSATEUR ELECTROLYTIQUE 2,54mm	SAMWHA	SS1C476M05007PC359	0.022	1	0.02	
C3, C4, C5	100 nF	1759361	CONDENSATEUR MLCC 1206 X7R 50V 100nF	MULTICOMP	MC1206B104K500CT	0.034	3	0.10	
C6, C7	10 uF	CL31A106KOHNNNE	CONDENSATEUR MLCC 1206 X5R 16V 10uF	SAMSUNG	CL31A106KOHNNNE	0.024	2	0.05	
D1,D2		1559146	DIODE, FAST SMF GP 0.5A 800V	TAIWAN SEMICONDUCTOR	RSFKL	0.106	2	0.21	
DZ1	6.2 V	2285247	DIODE ZENER 2W 6.2V TMINIP-F2-B	PANASONIC	DZ2406200L	0.32	1	0.32	
FS1		DS1002-01-1X03R13	Socle de broches femelles à 90° 3pins; 2,54mm	CONNFLY	DS1002-01-1*3R13	0.17	1	0.17	
FS1 bis	80mA	RFTQ-0.08A	Fusible temporisé	BEL FUSE	0697-0080-01	0.255	1	0.25	Composant TME
J1		DG381-3.81-3P11	Bornier 3V - pas 3.81mm	DEGSON ELECTRONICS	DG381-3.81-03P-11-00A(H)	0.4969	2	0.99	Composé de 2 borniers assemblés
J2		FC681455	Socle alimentation DC; 3,5mm;1,3mm	CLIFF	DC-8N (FC681455)	0.35	1	0.35	Optionnel
J3		ZL262-5SG	Connecteur Femelle ICSP Femelle 5pins	NINIGI	ZL262-5SG	0.078	1	0.08	Composant TME
LED1		1142512	LED 3MM FAIBLE COURANT ROUGE	KINGBRIGHT	L-934LID	0.129	1	0.13	
LED2		1142509	LED 3MM FAIBLE COURANT VERT	KINGBRIGHT	L-934LGD	0.134	1	0.13	
PL1		-	Antenne			0	1	0.00	Nono fils d'une longeur de 17cm
R1	100 ohm	KNP01WS-100R	RESISTANCE BOBINEE DE PRE-CHARGE 1W	ROYAL OHM	KNP01SJ0101A10	0.083	1	0.08	Composant TME
R2, R3	470 kΩ	HP06-470K5%	RESISTANCE 1206 470K	ROYAL OHM	HP06W2J0474T5E	0.01	2	0.02	
R4	300 ko	PMR2S-300K	RESISTANCE CHUTRICE 2W	ROYAL OHM	PMR02SJ0304A10	0.07	1	0.07	
R5	100 Ω	RC1206JR-07100R	RESISTANCE 1206 100o	ROYAL OHM	RC1206JR-07100RL	0.01	1	0.01	Optionnel
R6, R7	1.5 ko	9335951	RESISTANCE 1206 1K5	MULTICOMP	MC0125W120611K5	0.018	2	0.04	
R8,R9, R10	10 ko	9335765	RESISTANCE 1206 10K	MULTICOMP	MC0125W1206110K	0.049	3	0.15	
R11, R12	33ko	RC1206JR-0733K	RESISTANCE 1206 33K	YAGEO	RC1206JR-0733KL	0.01	2	0.01	
SW1		B3F-3152	Bouton poussoir à 90°	OMRON	B3F-3152	0.18	1	0.18	
SW1 bis		B32-1060	Touche blanche carré 4x4mm	OMRON	B32-1060	0.21	1	0.21	
SW2		2079491	COMMUTATEUR 6.0X3.5MM 2.4N MARRON	PANASONIC	EVQPJJ04T	0.27	1	0.27	
U1		7355572	PONT REDRESSEUR CMS 0.5A 1000V	TAIWAN SEMICONDUCTOR	MBS10	0.29	1	0.29	
U2		3160634	REG TENSION LDO 0.1A 5.0V 3480 SOT-23-3	TEXAS INSTRUMENTS	LM3480IM3-5.0	0.8	1	0.80	Sample possible
U3		1841448	Microchip PIC16F1825	MICROCHIP	PIC16F1825-1/SL	1.39	1	1.39	Sample possible
U4		1699491	MODULE EMETTEUR 433MHZ AM SIL	AUREL	TX-SAW433S-Z-RFM	6.75	1	6.75	
U5		1020148	ILD615-4 Optocoupler DC-IN 2-CH Trans DC-OUT	VISHAY SEMICONDUCTOR	ILD615-4	0.98	1	0.98	
U6		9472126	DIP switch,PCB,SPST,2 positions,piano	MULTICOMP	MCNDS02	0.996	1	1.00	Optionnel
Divers		2293488	LED MOUNTING RING	VCC	RTN150	0.133	2	0.27	
Divers		2293483	LIGHT PIPE, SINGLE, ROUND, PANEL	VCC	LPC020CTP	0.36	2	0.72	
Divers		D9051137	Boitier X:65mm; Y:105mm; Z:19mm; ABS;	OKW	D9051137	9.04	1	9.04	
								Sous total	24.92 €
								TVA	4.98 €
								Total TTC:	29.90 €

* En Noir: Référence Farnell

En Bleu: Référence TME

Optionnel: composant non nécessaire au fonctionnement nominal

Le fichier Excel est donné ici :



BOM - Tx Board

v2.1.xlsx

PROJET FIL PILOTE 433MHz – rev A

17/27

Choix des composants

Les remarques de la carte Rx sont bien sûr applicables.

On peut ajouter les remarques suivantes :

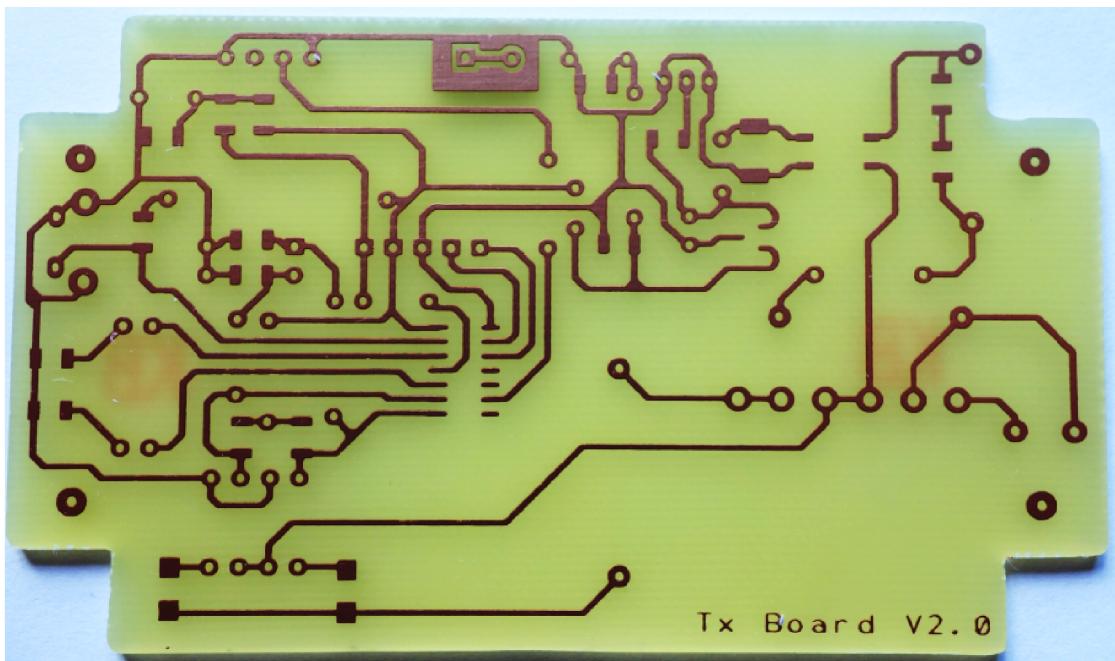
- Résistance R4 sur le fil pilote : Le seul but de cette résistance est de faire chuter la tension sur le « fil pilote » pour être lu par l'optocoupleur. Sa valeur élevée de 300kohm permet d'éviter un échauffement excessif.
- Optocoupleur sortie transistor U5 : Choisi pour limiter au maximum la consommation de courant sur le fil pilote.
- D'une manière générale la valeur et le choix des composants R4, R11, R12, C6 et C7 est le fruit de nombreux essais et permet, un bon compromis entre :
 - Echauffement de la résistance R4 limité au minimum. Puissance dissipé de l'ordre de 0.18W
 - Faible ondulation de la tension sur l'entrée du PIC grâce à C6 & C7.
 - Temps de réaction faible pour le changement d'état vu par le PIC : de l'ordre de 200ms.
 - Résistances de Pull-up R11 et R12 augmentés à 33kOhm pour assurer une bonne saturation de l'optocoupleur tout en permettant une immunité correcte sur l'entrée du PIC.

Tout changement sur ces composants est déconseillé, car cela risquerait d'entraîner un fonctionnement erratique.

- La taille des composants est importante pour l'intégration dans le boîtier OKW. En effet la hauteur disponible est d'à peine 9mm pour tout intégrer. Le choix des composants tient compte de cette contrainte.

Réalisation de la carte Tx

De même que pour son homologue, elle est également réalisée à partir d'un PCB une seule face.



PCB Tx Board V2.0 (non étamé)

Le typon est donné ici :

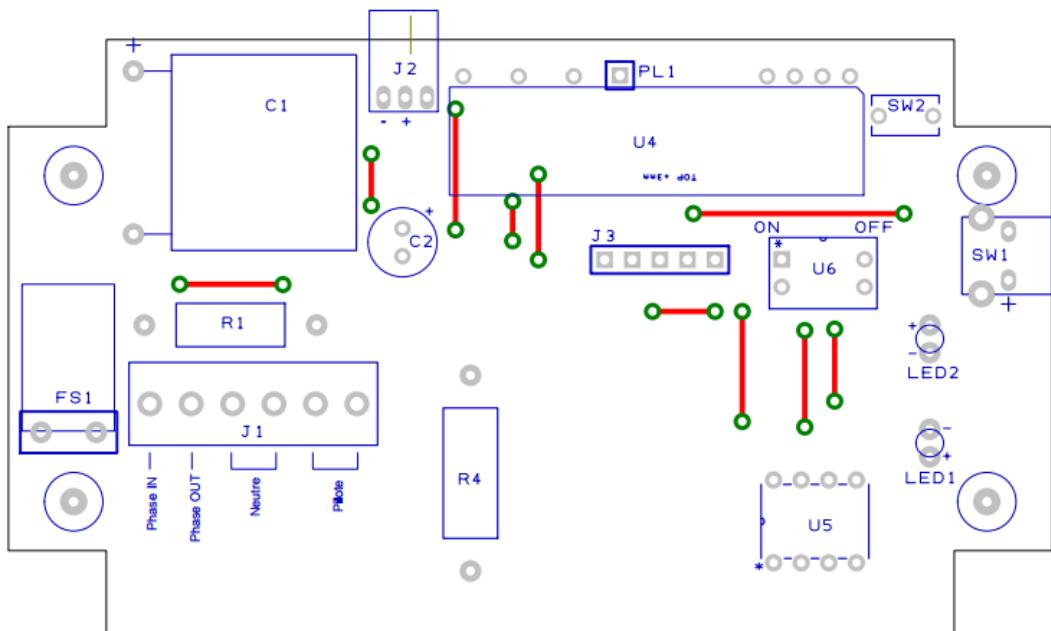


A ce propos, les différents typons ont été optimisés pour gravé un ensemble de 1 carte Tx + 4 carte Rx sur un seul et même PCB de taille standard 100x160mm.

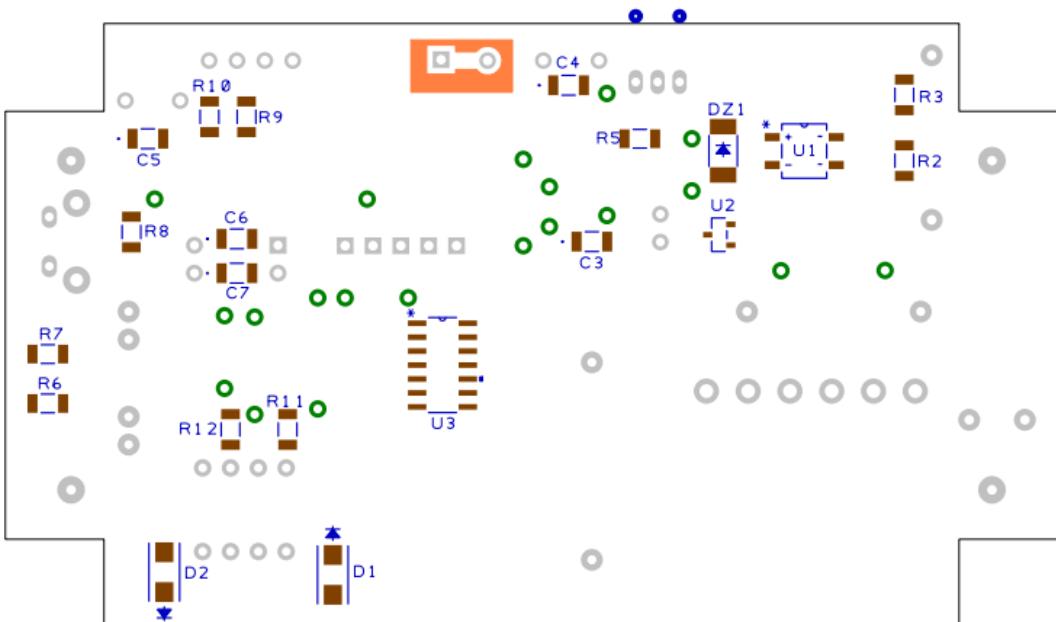
Ce typon global est donné ici :



Le placement des composants sur la carte Tx est comme suit :

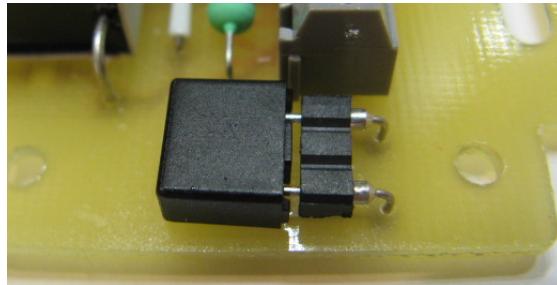


Vue de dessus

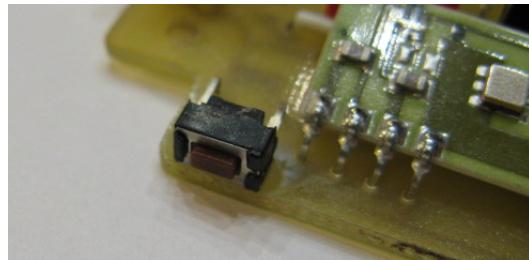


Les points d'attention :

- Le condensateur C1 sera couché pour limiter l'espace en hauteur.
- Le fusible FS1 est installé couché. Il faut enlever la broche centrale du porte fusible à 90°.

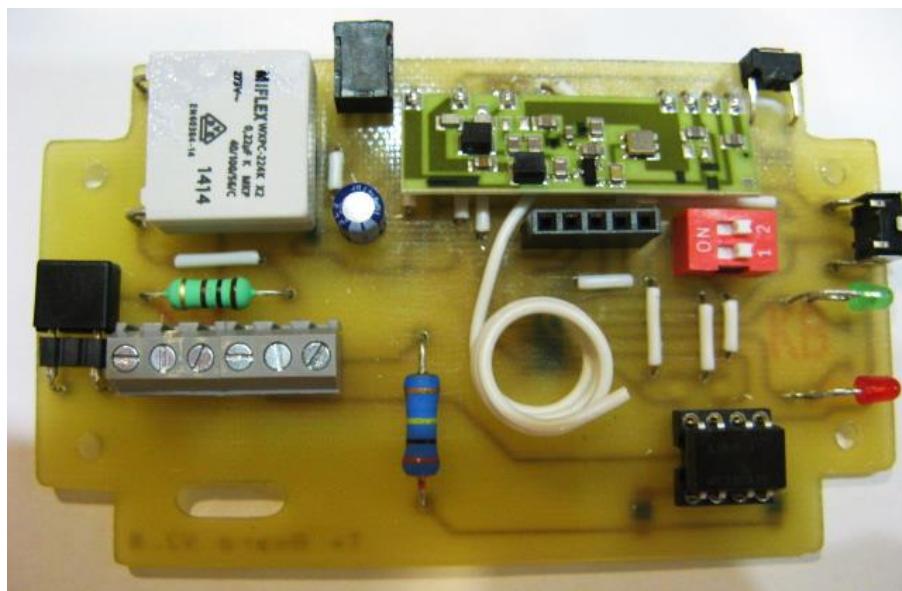


- Le bouton reset SW2 est couché. Mettre un petit point de colle super-glue entre le corps et le PCB.

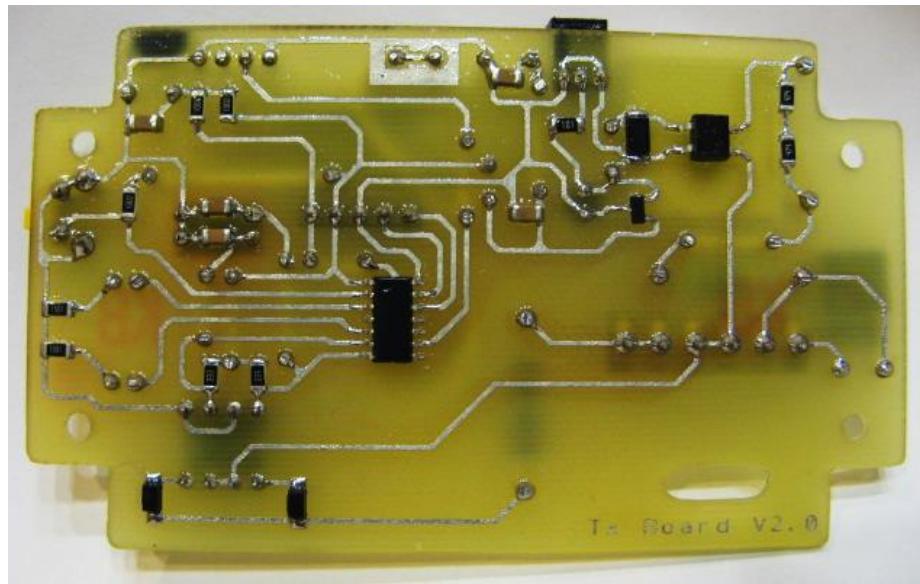


- Les leds sont elles aussi couché pour une diffusion sur le côté du boîtier.
- L'émetteur RF 433MHz U4 est penché à 45°.
- Antenne fil de 17cm.

Une fois que l'on s'est assuré que la carte est bien fonctionnelle, on passe un coup de bombe vernis isolant sur le côté piste.



Vue de dessus



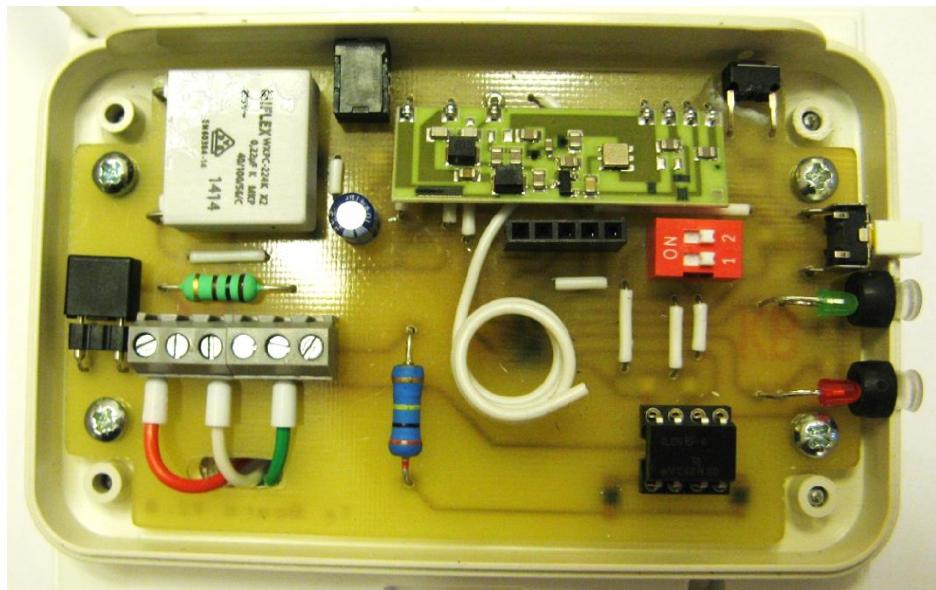
Vue de dessous

La taille de la carte Tx a été spécialement étudiée pour prendre place dans un boitier OKW case soft référence D9051137 de faible épaisseur et dont les dimensions correspondent à peu près au programmeur 8.01 de Dela Dore. L'idée étant d'avoir quelque chose le plus discret possible une fois installé et relié au programmeur.

Mise en boitier :

- Le perçage du couvercle pour les diffuseurs de lumière avec un diamètre 4,3mm. On colle à la super glue les diffuseurs d'un côté du boitier pour éviter de le perdre.
- Le perçage d'un petit trou pour le bouton reset
- Perçage pour le bouton poussoir.
- Perçage pour les câble d'arrivé et de sortie.
- Le PCB est fixé par 4 vis diam 2.5 x 6mm

Le boitier Tx ouvert avec les fils traversant le PCB :



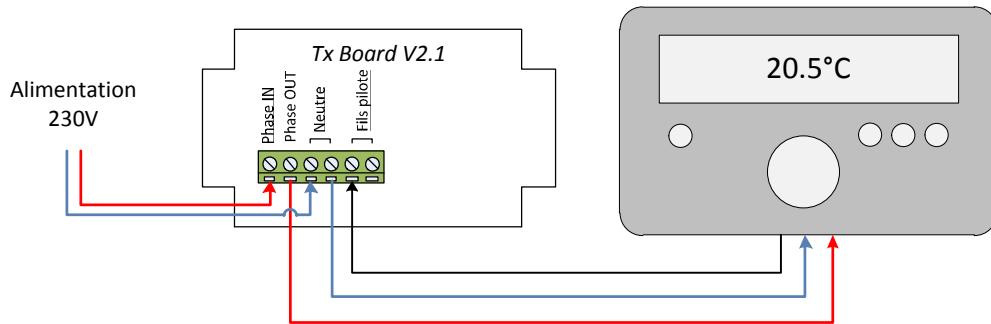
Vue boitier ouvert

Une fois complètement intégrée dans son boitier et adossé au programmeur Delta Dore :

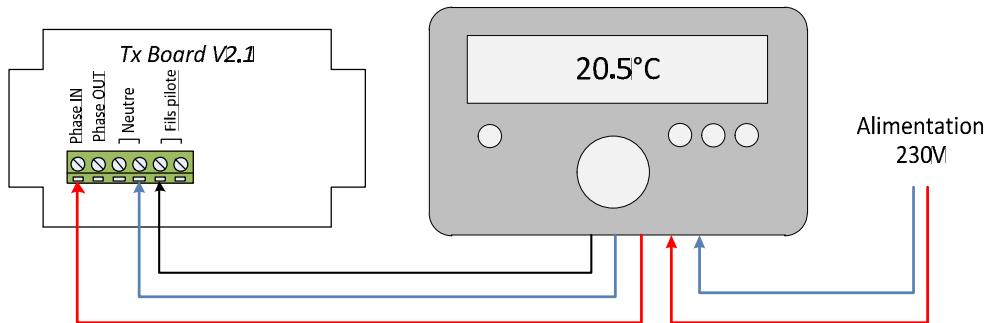


Vue boitier Tx avec le programmeur Delta Dore

Remarque : Le tout est uniquement alimenté par un câble 230V phase/neutre. Cette alimentation peut arriver sur la carte Tx, et dans ce cas, le bornier alimente ensuite le programmeur :



Ou bien l'alimentation arrive sur le programmeur et alimente ensuite la carte Tx :



Dans tous les cas, le fil pilote est également relié entre les 2 boîtiers mais reste local.

Configuration Hard du PIC



+5V	Vdd		Vss	GND
BP	RA5		RA0	ICSP DAT /Tx
Led Red	RA4		RA1	ICSP CLK / Rx
MCLR	RA3		RA2	NA
Led Green	RC5		RC0	NA
Li_Moins	RC4		RC1	RF OUTPUT
Li_Plus	RC3		RC2	NA

Software

Configuration Soft

Interruption sur RA5/BP :

INTCON register

IOCRE =1 // Enables the interrupt-on-change

IOCAN register

IOCAN5 =1 // RA5 génère interruption sur front descendant

IOCAF register

IOCAF5 // Flag de l'interruption sur RA5

Résistance de pull-up sur RA5/BP :

WPUA register :

WPUA5=1 // Pull-up enable

Entrée digitale RC3/Li_Plus:

ANSELC register

ANSC3= 0 // Place RC3 en entrée digitale

Fonction « acquisition de l'ordre de pilotage »

- On lit simultanément les 2 entrées LI_Plus et LI_Moins et on les stocke.
- On laisse passer 70ms et on relit les 2 entrées LI_Plus et LI_Moins.
- On compare avec les premières valeurs lues.
 - o Si pas identique, on sort avec un code erreur
- Sinon on renouvelle l'opération encore une fois pour avoir 3 lectures identiques.
- On sort en indiquant le mode de chauffage sélectionné parmi les 4 possibilités.

Rem : La lecture s'étale sur environ 10 périodes pour filtrer (charge/décharge du condensateur, changement trop rapide). Le temps maximum de traitement est de 210ms.

Fonction « Emettre commande en HF »

- Envoie la trame sur l'émetteur TX au minimum 5 fois d'affilé.

Rem : Le nombre de fois que la trame doit être répétée est un paramètre ajustable.

Fonction « main »

- Acquisition de l'ordre de pilotage.
- Compare avec l'ordre en cours :
 - o Si ordre identique, on continue
 - o Si différent, on envoie la commande correspondante.
- Si une demande de synchronisation est présente, alors on envoie la commande en cours pour synchronisation des récepteurs (cf Synchro).

Fonction « Gestion_LED »

- La fonction reçoit en paramètre la commande.
- Suivant la valeur de la commande, les LEDs sont gérés comme dans le tableau suivant :

	Consigne	Demi-onde +	Demi-onde -	LI_Plus (RC3)	LI_Moins (RC4)	'input' (variable locale)	Led R	Led G
Confort	CoNf 436F4E66	0v	0v	1	1	3	Off	On
Eco	EcCo 4563436F	+230v	-230v	0	0	0	Off	Clignotant
Hors-gel	OrGl 4F72476C	0v	-230V	1	0	2	On	Off
Arrêt	ArEt 41724574	+230v	0v	0	1	1	Clignotant	Off

/ ! \ La logique vue du PIC est inversé à cause de l'opto-coupleur.

Synchro

N'est pas une fonction à proprement parler. C'est un morceau du programme principal

- Provoqué suite à un appui court sur le bouton poussoir
- La détection est faite par l'interruption qui déclare un flag
 - o Dans l'interruption on set le flag à 1
 - o On reset l'autorisation d'interruption
- Dans le programme principal, si le flag est déclaré on renvoie la commande en cours.
- On reset le flag.
- On autorise de nouveau l'interruption

Evolutions possibles

- Implémenter le Watchdog pour éviter un plantage. Un réglage à 2s est suffisant car le temps de réponse n'est pas critique.
- Implémenter une fonction de test activé par un appui long sur le BP qui permettrait de vérifier la communication entre récepteur et émetteur en passant par toutes les consignes de façon séquentielle avec un intervalles de 2s entre chaque consigne.
- Implémenter une fonction qui permettrait de répéter la consigne toutes les heures.
- Implémenter une fonction qui répéterait la consigne au bout de 2 à 5min après un changement.

HISTORIQUE EVOLUTION LOGICIEL

L'adresse du dépôt Github où se trouvent les codes sources :

https://github.com/Sooun/fil_pilote

Rx_Fil_Pilote

v1.0

Date: 16/10/2015

Description: Première version logicielle implémentée.

Tx_Fil_Pilote

v1.0

Date: 16/10/2015

Description: Première version logicielle implémentée.