SWR POWER METER F8KGL

Description et spécifications
V 0.5

Table des matières

1-INTRODUCTION....4
2-FONCTIONNALITES....5
2.1-Ligne de mesure....5
2.1.1-Coupleur directionnel....6
2.1.2-Détecteur HF....7
2.1.3-Incertitudes de mesures....7
2.2-Dispositif de calcul et d'affichage....8
3-FONCTIONNEMENT....8
3.1-Mode « test »....8
3.2-Mode « opérationnel »....8
3.2.1-Phase « calibration »....9
3.2.2-Phase « mesure »....9
2-DEVELOPPEMENT MATERIEL....10
2.1-Description....10
2.1.1-LCD....10
2.1.2Ligne de mesure....10
2.1.3-ADC....10
2.1.3-Alimentation....10
2.1.3-Boitier....10
2.2-Schéma fonctionnel....11
4-DEVELOPPEMENT LOGICIEL....12
4.1-Généralités....12
4.2-Outils de développement....12
4.2.1-Assembleur....12
4.2.2-Outils de validation....13
4.3-Environnement de développement....14
4.4-Spécifications SW....15
4.4.1-/prj....15
4.4.1.1-Makefile....15
4.4.1.2-Main.asm....15
4.4.2/sw/inc....16
4.4.2.1-lcd.inc....16
4.4.2.2-eep.inc....16
4.4.3-/sw/lcd....16
4.4.3.1-driver.asm :....16
4.4.3.2-aff.asm :....18
4.4.4-/sw/calc....23
4.4.4.1-calc_swr.asm....23
4.4.4.2-calc_power.asm....23
3.5.5-/sw/readadc....23
3.5.5.1-adc.asm....23
4.4.6-/sw/EEP/....24
4.4.6.1-eep.asm....24

1-INTRODUCTION

Afin d'optimiser la qualité de ses communications, l'OM doit rechercher le maximum de puissance transmise à l'antenne. Ce maximum est atteint lorsque les impédances sont dites « adaptées ». On obtient ce point de fonctionnement lorsque la puissance réfléchie (voir §2) est minimale (idéalement nulle), ou lorsque le « SWR » (ou ROS), pour « Standing Wave Ratio » (ou Rapport d'Onde Stationnaire) est proche de (idéalement égal à) 1.

Le « SWR Power Meter F8KGL » (ou Wattmètre/ROSmètre F8KGL) est un dispositif permettant de mesurer la puissance transmise à l'antenne, la puissance réfléchie, et le « SWR ». Il donne ainsi la mesure de la qualité de la chaîne de transmission TRX/Antenne.

L'originalité du « SWR Power Meter F8KGL » vient de la conception de la ligne de mesure. Celle-ci a été pensée en câble coaxial rigide en cuivre. De plus, il est prévu de mettre ce dispositif en vente en KIT pour les OM's désireux de s'équiper en moyens de mesure home-made.

Le « SWR Power Meter F8KGL » doit répondre aux besoins suivants :

-mesurer une puissance de 1W à 500W, avec une précision de 10 %
-mesurer une puissance dans les 3 bandes radioamateurs HF, VHF, UHF
-être alimenté par une source extérieure en 13,8V, ou par une un pack batterie 4x1,5V
-atténuer le moins possible le signal à transmettre
-afficher le résultat de la mesure sur un écran LCD (puissance en W, sans unité pour le SWR)
-être solide et robuste pour une utilisation en contest
-être prévu pour être vendu en kit

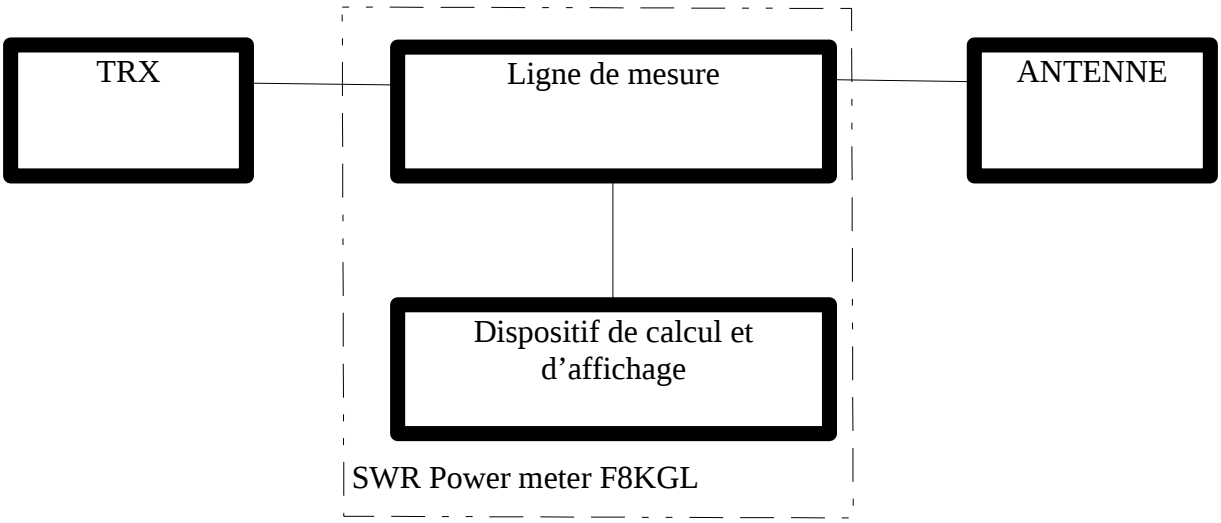
Ce dispositif a été conçu par les OM du club radioamateur « Vauréal Amitié Radio », situé à Vauréal (95), sous l'indicatif F8KGL.
Le projet a été développé par André F0EOS, et Fabrice F4BJH. Portons également à l'attention du lecteur, que l'idée initiale vient de Pierre F1FDD.

2-FONCTIONNALITES

D'un point de vue fonctionnel, le « SWR Power Meter F8KGL » permet :

-de mesurer la puissance transmise de l'émetteur (TRX) vers la charge (Antenne), de mesurer la puissance réfléchie, et de calculer le SWR. Cette fonctionnalité porte le nom de « fonctionnalité de mesure » dans la suite de ce document, et est assurée par la « ligne de mesure ».

-d'afficher le résultat des ces 2 mesures en W, et le résultat du calcul de SWR. Cette fonctionnalité porte le nom de « fonctionnalité de calcul et d'affichage » dans la suite de ce document, est est assurée par le « dispositif de calcul et d'affichage ».



2.1-Ligne de mesure

La mesure de la puissance d'un signal radioélectrique revient à mesurer la tension crête de ce signal (cf SWR_POWER_METER_F8KGL_Etude_du_pont_de_mesure.pdf).

$$Pch = K \times |V|^2$$

De plus, le « SWR » (ou ROS) est donné par cette formule :

$$SWR = \frac{Ptranmise + Préfléchie}{Ptransmise - Préfléchie}$$

La mesure de la tension crête du signal transmis (resp. réfléchie) donnera donc, à un facteur près (à déterminer) la mesure de la puissance transmise (resp. réfléchie). La mesure de ces 2 grandeurs permet dès lors de calculer le SWR.

La mesure d’une tension crête d’un signal peut facilement être réalisé à l’aide d’un circuit dit « détecteur d’enveloppe ».

Or les diodes n’acceptent que des signaux relativement faibles. C’est pourquoi un dispositif d’atténuation doit être placé dans la chaîne de mesure, sans que celui-ci n’atténue le signal utile à transmettre à l’antenne.

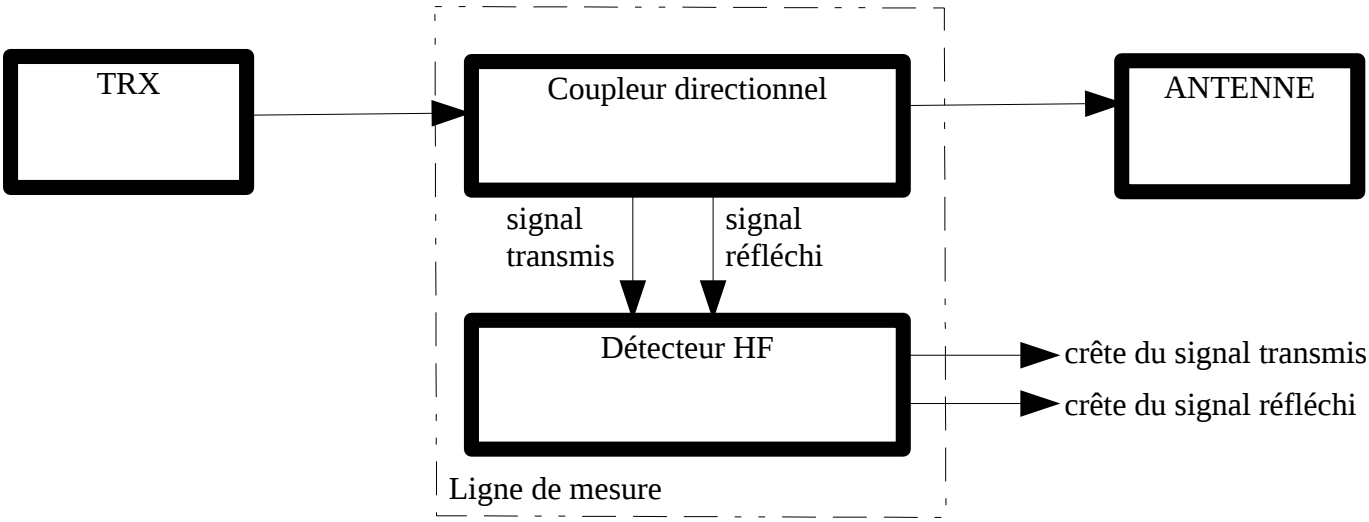
De plus, il faut également prévoir un dispositif capable de séparer le signal transmis, et le signal réfléchi.

D’un point de vue fonctionnel, la ligne de mesure permet :

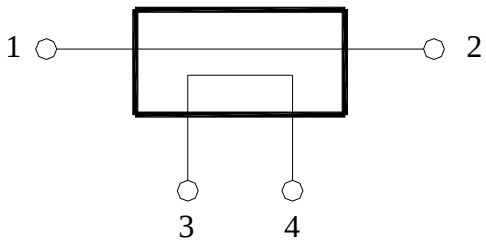
-séparer le signal transmis du signal réfléchi, et d'adapter le niveau sur chacun de ces 2 signaux en vue d'être redressée par une diode. Cette fonctionnalité porte le nom de « fonctionnalité de couplage », et est assuré par le « coupleur directionnel ».

-d’extraire la crête des signaux transmis et réfléchis. Cette fonctionnalité porte le nom de « fonctionnalité de détection d’enveloppe », et est assuré par le « détecteur d’enveloppe (ou détecteur HF) »

.

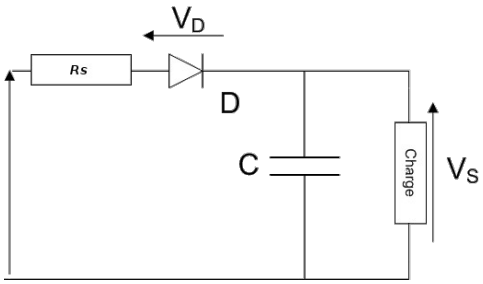


2.1.1-Coupleur directionnel



(Source F5ZV)
Un coupleur est constitué d'un tronçon de ligne de même impédance que celle sur laquelle il sera utilisé, par exemple 50 ou 75 ohms. Cette ligne peut être une ligne sur circuit imprimé, un guide d'onde, un câble coaxial...Pour une ligne coaxiale on peut utiliser une petite longueur de câble (de quelques centimètres à quelques décimètres). Parallèlement à l'âme de la ligne est placée à quelques millimètres de celle-ci une ligne de mesure. Le courant qui circule du port P1 au port P2 dans la ligne principale induit un courant dans la ligne de mesure et provoque l'apparition d'une tension entre les deux armatures du condensateur que forment les deux lignes. Dans un coupleur parfait les signaux générés par ces deux phénomènes s'additionnent dans le sens direct et s'annulent dans le sens inverse.
Une des extrémités de la ligne de mesure (port P4) est reliée au blindage de la ligne principale au travers d'une charge purement résistive d'une valeur qui dépend des dimensions de cette ligne de mesure et qui peut être différente de l'impédance de la ligne principale. Lorsqu'un courant circule dans la ligne principale du coupleur, une fraction (un échantillon) de ce courant se retrouve à l'autre extrémité (port P3) de la ligne de mesure.

2.1.2-Détecteur HF



(source Wikipedia)
Un circuit détecteur d’enveloppe est constitué d’une diode en série reliée à une charge constituée d’un condensateur et d’une résistance.
Son signal d’entrée est une fréquence porteuse dont on veut extraire la tension crête. C’est donc un courant alternatif, présentant une tension tantôt positive, tantôt négative.
Quand la tension d’entrée est positive, la diode conduit et le condensateur se charge. Quand la tension d’entrée est négative, la diode se bloque, le condensateur se décharge dans la charge.

Si la résistance présente dans le circuit lors de la charge de la capacité est faible, celle-ci est beaucoup plus rapide que la décharge dans la résistance. Alors, si la constante de temps du circuit résistance-condensateur est correctement choisie, sa tension reste *à peu près* constante entre deux crêtes de la porteuse.

2.1.3-Incertitudes de mesures

2.2-Dispositif de calcul et d'affichage

3-FONCTIONNEMENT

A la mise sous tension, le « SWR-POWER METER F8KGL », affiche le message suivant pendant 5s :

S	W	R	-	P	O	W	E	R		m	e	t	e	r	
			F	8	K	G	L		V	n	.	m			

Vn.m correspond à la version du logiciel chargée dans la mémoire du microcontrôleur.

Au bout des 5 secondes, le « SWR-POWER METER F8KGL » détermine s'il est en mode « test », ou en mode « opérationnel »

3.1-Mode « test »

Le mode « test » est un mode de fonctionnement de validation du « SWR POWER METER F8KGL ».
Il permettra de valider le fonctionnement général de mesure des ADC, valider le détecteur HF (stabilité, et précision), et la ligne de mesure.

Si le « SWR POWER METER F8KGL » est en mode test, il affiche le message suivant :

A	D	C	f	w	d		x	x	x	x					
A	D	C	r	e	f		y	y	y	y					

xxxx : correspond à la valeur de l'ADC du port FWD en hexadécimal
yyyy : correspond à la valeur de l'ADC du port REF en hexadécimal

3.2-Mode « opérationnel »

Le mode mode « opérationnel » correspond au mode de fonctionnement conventionnel du « SWR POWER METER F8KGL ». C'est ce mode de fonctionnement qui permet la calibration et la mesure des puissances transmises, réfléchie, et du ROS.
Le mode « opérationnel » se décline en 2 phases :

-phase « calibration »
-phase « mesure »

3.2.1-Phase « calibration »

En phase « calibration », le « SWR-POWER METER F8KGL » affiche :

		C	A	L	I	B	R	A	T	I	O	N		
x	x	W	-	y	y	y	M	h	z					O	K

3.2.2-Phase « mesure »

En phase « mesure », le « SWR-POWER METER F8KGL » affiche :

F	W	D			R	E	F			S	W	R			
a	a	a	W		b	b	b	W		c	.	c	c	!	!

« aaa » correspond à la mesure de la puissance transmise en W
« bbb » correspond à la mesure de la puissance réfléchie en W
« c.cc » correspond à la mesure du ROS. 2 points d'exclamation clignotant s'affichent « !! » si le ROS>2

2-DEVELOPPEMENT MATERIEL

2.1-Description

Le coeur du dispositif repose sur l'emploi d'un microcontrôleur PIC (fondeur Microchip) 16F88. Son choix a été guidé par ses principales caractérstiques suivantes :

PIC (+sa programmation) 4MHz
LCD
http://digitaldiy.io/articles/mcu-programming/assembly/55-assembly-example/114-mpasm-tutorial-liquid-crystal-display-lcd#.Wi5383mDO9I
Ligne de mesure
ADC
Boitier
Alimentation

2.1.1-LCD

2.1.2Ligne de mesure

HSMS tartempion

2.1.3-ADC

Résolution 10 btis

2.1.3-Alimentation

Pile + connnecteyr

2.1.3-Boitier

Dimensions ?
Matière
crosbar

2.2-Schéma fonctionnel

4-DEVELOPPEMENT LOGICIEL

4.1-Généralités

L'architecture hardware étant fondée sur le PIC 16F88 de chez Microchip, le langage de développement du logiciel sera l'assembleur.
Le logiciel sera développé sous Linux (Ubuntu 16.04 ou Debian 8).

2 firmware seront génères :

-Firmware de test, correspondant au mode « test » du « SWR Power Meter F8KGL.
Nom : « swr_power_meter_f8kgl-Vn.m.TEST.hex »

-Firmware opérationnel, correspondant au mode « opérationnel » du « SWR Power Meter F8KGL ».
Nom : « swr_power_meter_f8kgl-Vn.m.hex »

n : correspond à une version majeure du « SWR Power Meter F8KGL ».
m : correspond à une version mineure du « SWR Power Meter F8KGL ».

V0.5 : mode « test » implémenté et validé en simulation
V0.6 : phase de calibration implémenté, validé en simulation et sur cible matériel
V1.0 : phase de mesure implémenté, validé en simulation et sur cible matériel.

4.2-Outils de développement

4.2.1-Assembleur

Sous linux, la suite « GPUTILS », permet la compilation d'un projet développé en assembleur pour PIC.

GPUTILS est une collection d'outil pour les microcontroleurs PIC. Elle inclut :

- Gpasm : compilateur assembleur
- Gplib : compilateur assembleur permettant la génération d'une librairie
- Gplink : éditeur de lien symboliquez

Installation :

1. Désinstaller la version courante de la distribution
2. Télécharger la version 1.5.0-1 en suivant ce lien : https://sourceforge.net/projects/gputils/files/gputils/1.5.0/gputils-1.5.0-1.tar.gz/download
3. Installation

```
$ tar –xvzf gputils-1.5.0-1.tar.gz
$ cd gputils-1.5.0-1.tar.gz
$ ./configure
$make
$sudo make install
```

4.2.2-Outils de validation

Sous linux, la suite « gpsim » permet la simulation d'un code compilé par GPUTILS

Installation :

1. Désinstaller la version courante de la distribution
2. Télécharger la version 0.30.0 en suivant ce lien : https://sourceforge.net/projects/gpsim/files/gpsim/0.30.0/gpsim-0.30.0.tar.gz/download
3. Installation

```
$ tar –xvzf gpsim-0.30.0.tar.gz
$ cd gpsim-0.30.0.tar.gz
$ ./configure
$make
$sudo make install
```

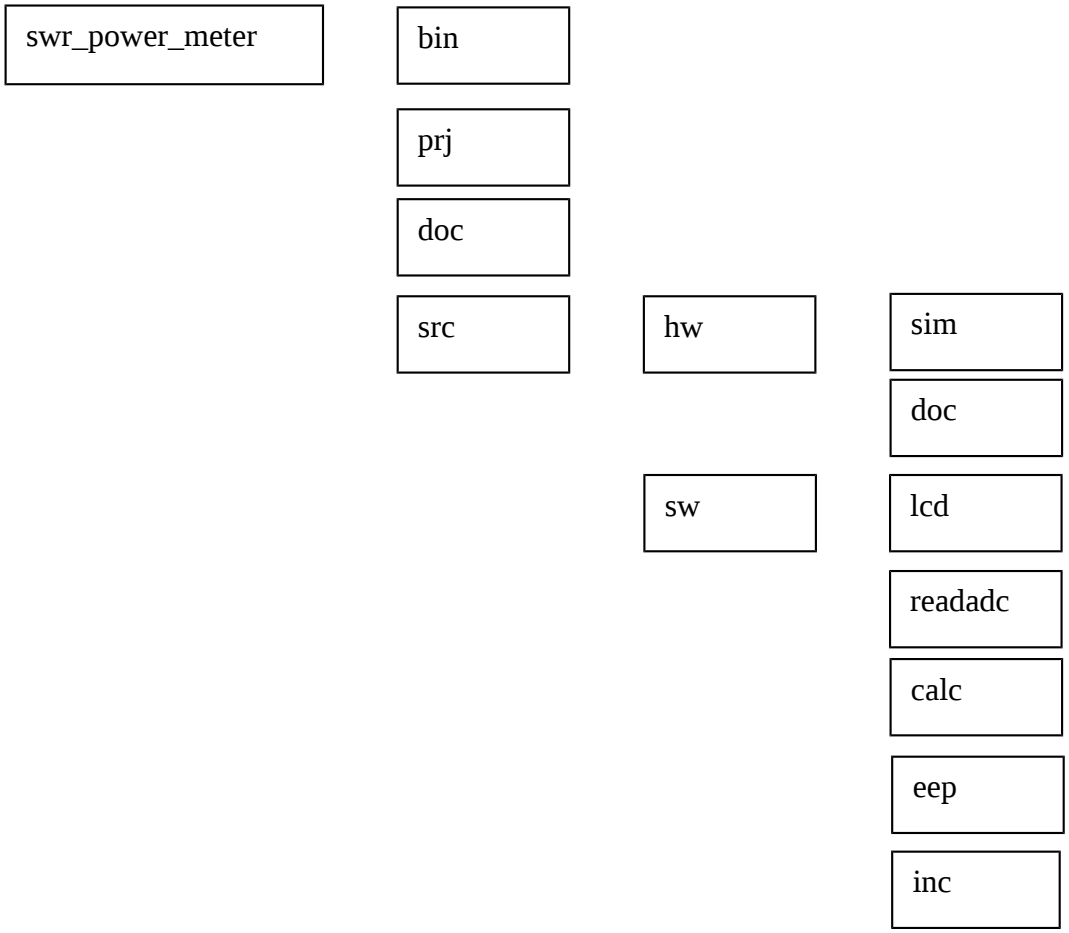
Utilisation :

1.
```
$ gpsim –s nom_du_fichier.cod
```

2. Aller dans File->Open et choisir le fichier .stc
3. Par défaut, la fréquence est fixée à 20MHz. Il faut fixer la fréquence de travail à 4MHz :

```
**gpsim> frequency 4000000
**gpsim> frequency
Clock frequency: 4 MHz.
```

4.3-Environnement de développement



swr_power_meter/bin	Contient l'ensemble des binaires produits : • *.a : librairie associée à un composant sw • *.cod : simulation • *.hex : binaire à flasher dans le PIC • *.map : mapping mémoire • *.cof : fichier objet résultat de la compilation • *.lst : ?
swr_power_meter/prj	Contient le Makefile du projet, et le point d'entrée sw (main.asm)
swr_power_meter/doc	Documentation du projet
swr_power_meter/src	Contient les sources du projet
swr_power_meter/src/hw	Contient les sources HW du projet
swr_power_meter/hw/sim	Contient le fichier netlist pour gpsim
swr_power_meter/hw/	Contient les schéma et le PCB
swr_power_meter/sw/lcd	Composant LCD • Driver.asm : driver bas niveau du LCD • Aff.asm : routines haut niveau d'affichage des messages • Makefile : make de la librairie LCD
swr_power_meter/sw/readadc	Composant ADC
swr_power_meter/sw/calc	Composant CALC

swr_power_meter/sw/eep	Composant EEP : fonctionnalité EEPROM
Ros_metre/sw/inc	Include

4.4-Spécifications SW

4.4.1-/prj

4.4.1.1-Makefile

4.4.1.2-Main.asm

Fonctions	Fonction principale, point d'entrée du logiciel
Nom	Init
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	

Traitements	• Initialisation
	  ◦ PIC : effectuer l'initialisation du PIC
	  ◦ LCD : Effectuer l'initialisation du LCD (lcd_init)
	  ◦ ADC : Effecteur l'initialisation de l'ADC
	  ◦
	• Afficher le message de boot (lcd_affbootmsg)
	• Tempo de 5s
	  ◦ temporisation de 2,5s (tempo_boot)
	  ◦ temporisation de 2,5s (tempo_boot)
	• Effacer le LCD (lcd_clear)
	• Positionner le curseur du LCD sur la ligne 1
	SI_FLAG_DE_COMPILATION_TEST_POSITIONNE
	• afficher le message du mode test (lcd_affadc)
	• Dans une boucle infinie
	  ▪ lire les registres ADCfwd et ADCref (adc_readAN0, adc_readAN1)
	  ▪ afficher le message de mesure (lcd_affadcval)
	SINON
	• *Tester la phase (calibration ou mesure)*
	• *Si le boîtier est en phase « calibration »*
	  ◦ *afficher le message de calibration (lcd_affcalib)*
	  ◦ *Dans une boucle infinie*
	  ▪
	  ▪
	• *Sinon*
	  ◦ *Dans une boucle infinie :*
	  ▪
	  ▪
	  ▪

	▪

Fonctions	Temporisation de 2,5 secondes
Nom	tempo_boot
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitements	Appeler 10 fois un délai de 250ms

4.4.2/sw/inc

4.4.2.1-lcd.inc

Contient les define du LCD.

4.4.2.2-eep.inc

Contient le plan mémoire de l'EEPROM

__EEPROM_START	Version du logiciel
__EEPROM_START + 5	Mode calibration (0x00) ou mode mesure (0xFF)
__EEPROM_START + 6	Table de calibration

4.4.3-/sw/lcd

4.4.3.1-driver.asm :

Fonction	Initialisation du LCD
Nom	lcd_init
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitements	

Fonction	Affichage d’un caractère
Nom	lcd_affchar
Paramètres entrée	W(1 byte) : contient le caractère à afficher à la position courante du curseur
Paramètres sorties	
Traitements	

Fonction	Envoi d'une commande au LCD
Nom	lcd_sendcmd
Paramètres entrée	W(1 byte) : contient la commande 0x28 Set Interface Length 0x10 Turn Off Display 0x01 Clear Display RAM 0x06 Set Cursor Movement 0x0C Turn on Display/Cursor 0x01 Clear display 0xc0 move to 2nd row, first column
Paramètres sorties	
Traitements	

Fonction	Positionner le curseur du LCD
Nom	lcd_setposcursor
Paramètres entrée	W(1 byte) : contient la position du curseur 0-15 : 1ère ligne 16-31 : 2ème ligne
Paramètres sorties	
Traitements	1. Si le curseur doit être positionné sur la première ligne : W = W + 0x80 Si le curseur doit être positionné sur la deuxième ligne : W = W + 0xC0 2. Envoi de la commande au LCD (lcd_sendcmd)

Fonction	Efface le LCD
Nom	lcd_clear
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitement	1. W=0x01 2. Envoi de la commande au LCD (lcd_sendcmd)

Fonction	Positionne le curseur sur la 2ème ligne
Nom	lcd_setposL2
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitements	1. W=0xC0 2. Envoi de la commande au LCD (lcd_sendcmd)

Fonction	Conversion hexa-ASCII
Nom	lcd_convtoascii
Paramètres entrée	W (1 quartet) : contient le quartet de poids faible à convertir
Paramètres sorties	W (1 byte) : contient l'octet converti
Traitements	W=W + 0x30

Fonction	Routines de temporisation et pulse
Nom	
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitements	http://digitaldiy.io/articles/mcu-programming/assembly/55-assembly-example/114-mpasm-tutorial-liquid-crystal-display-lcd#.Wi5383mDO9I

4.4.3.2-aff.asm :

Fonction	Message de version courante du logiciel
Nom	c_swversion
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	
Traitements	Zone mémoire (5 bytes) dédiée au stockage de la version du logiciel « Vn.m »,0x00 Cette zone de mémoire est placée au début de l'EEPROM (0x2100). Cette zone mémoire doit se terminer par l'octet 0x00. Cette zone mémoire est remplie par le compilateur.

Fonctions	Message de boot ligne 1 du LCD
Nom	bootmsgL1
Paramètres entrée	v_charpos : position du caractère à retourner
Paramètres sorties	W (1 byte) : contient le caractère ou 0x00 si pas de caractère
Traitements	Zone mémoire dédiée au stockage du message de boot (ligne 1 du LCD) contenant la chaîne suivante : « SWR-POWER meter » • Additionner le pointeur de programme avec v_charpos • Retourner le caractère contenu en mémoire à cette position dans W • Fin de chaîne = retourner 0x00 dans W

Fonctions	Message de boot ligne 2 du LCD

Nom	bootmsgL2
Paramètres entrée	v_charpos : position du caractère à retourner
Paramètres sorties	W (1 byte) : contient le caractère ou 0x00 si pas de caractère
Traitements	Zone mémoire dédiée au stockage du message de boot (ligne 2 du LCD) contenant la chaîne suivante : « F8KGL » • Additionner le pointeur de programme avec v_charpos • Retourner le caractère contenu en mémoire à cette position dans W • Fin de chaîne = retourner 0x00 dans W

Fonctions	Message du mode test L1 du LCD
Nom	testmsgL1
Paramètres entrée	v_charpos : position du caractère à retourner
Paramètres sorties	W (1 byte) : contient le caractère ou 0x00 si pas de caractère
Traitements	SI_FLAG_DE_COMPILATION_TEST_POSITIONNE Zone mémoire dédiée au stockage du message du mode test (ligne 1 du LCD) contenant la chaîne suivante : « ADCfwd » *avec un espace à la fin* • Additionner le pointeur de programme avec v_charpos • Retourner le caractère contenu en mémoire à cette position dans W • Fin de chaîne = retourner 0x00 dans W

Fonctions	Message du mode test L2 du LCD
Nom	calibmsgL2
Paramètres entrée	v_charpos : position du caractère à retourner
Paramètres sorties	W (1 byte) : contient le caractère ou 0x00 si pas de caractère
Traitements	SI_FLAG_DE_COMPILATION_TEST_POSITIONNE Zone mémoire dédiée au stockage du message de boot (ligne 2 du LCD) contenant la chaîne suivante : « ADCref » *avec un espace à la fin* • Additionner le pointeur de programme avec v_charpos • Retourner le caractère contenu en mémoire à cette position dans W • Fin de chaîne = retourner 0x00 dans W

Fonction	Affichage du message de boot

Nom	lcd_affboot
Paramètres entrée	-bootmsgL1 : zone mémoire (15 bytes) contenant le message de boot ligne 1 -bootmsgL2 : zone mémoire (5 bytes) contenant le message de boot ligne 2 -c_swversion : zone EEPROM (5bytes) contenant la version courante du logicielle
Paramètres sorties	SWR-POWERmeter F8KGL V0.5
Traitements	1. v_charpos = 0x00 2. Afficher le message de boot ligne 1 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de boot ligne 1 (bootmsgL1) dans W o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos 3. Positionner le curseur sur la ligne 2, 4ème case : o W=0x13 o Positionner le curseur du LCD (lcd_setposcursor) 4. v_charpos = 0x00 5. Afficher le message de boot ligne 2 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de boot ligne 2 (bootmsgL2) o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos 6. Positionner le curseur sur la ligne 2, 10ème case : o W=0x1C o Positionner le curseur du LCD (lcd_setposcursor) 7. v_charpos = 0x00 8. afficher la version Tant que W≠0 o Récupérer le caractère en EEPROM W ← v_charpos EEADDR ← W Lire un octet en EEPROM (eep_readbyte) o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos 9. FIN

Fonction	Affichage du message de calibration
Nom	lcd_affadc
Paramètres entrée	-calibADCL1 : zone mémoire (7bytes) contenant le message de calibration L1 -calibADCL2 : zone mémoire (7bytes) contenant le message de calibration L2
Paramètres sorties	ADCfwd

	A D C r e f
Traitements	SI_FLAG_DE_COMPILATION_TEST_POSITIONNE 1. v_charpos = 0x00 2. Afficher le message de calibration ligne 1 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de calibration ligne 1 (calibmsgL1) dans W o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos 3. Positionner le curseur sur la ligne 2 : o W=0x10 o Positionner le curseur du LCD (lcd_setposcursor) 4. v_charpos = 0x00 5. Afficher le message de calibration ligne 2 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de calibration ligne 2 (calibmsgL2) o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos

Fonction	Affichage d'1 octet en hexa sur le LCD
Nom	lcd_affhexa
Paramètres entrée	W : contient l'octet en hexa à afficher
Paramètres sorties	
Traitements	1. v_tmp = W 2. swapper les quartes de v_tmp, et mettre le résultat dans W 3. Appliquer un masque sur les bits de poids faible 4. Convertir le quartet de poids faible en ASCII (lcd_convtoascii) 5. Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) 6. W=v_temp&0F 7. Convertir le quartet de poids faible en ASCII (lcd_convtoascii) 8. Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar)

Fonction	Affichage de la mesure de calibration
Nom	lcd_affadcval
Paramètres entrée	v_adcfwd (2bytes) : résultat de l'ADC AN0 sur 10 bits v_adcref
Paramètres sorties	x x x x y y y y
Traitements	SI_FLAG_DE_COMPILATION_TEST_POSITIONNE 1.positionner le curseur sur la ligne 1, 8ème case 2.W=v_adcfwd

	3.Afficher un octet en hexa (lcd_affhexa) 4.W =v_adcfwd +1 5.Afficher un octet en hexa (lcd_affhexa) 6.positionner le curseur sur la ligne 2, 8ème case 7.W=v_adcref 8.Afficher un octet en hexa (lcd_affhexa) 9.W =v_adcref +1 10.Afficher un octet en hexa (lcd_affhexa)

Fonction	Affichage du message de calibration
Nom	lcd_affcalib
Paramètres entrée	-calibADCL1 : zone mémoire (7bytes) contenant le message de calibration L1 -calibADCL2 : zone mémoire (7bytes) contenant le message de calibration L2
Paramètres sorties	ADCfwd ADCref
Traitements	6. v_charpos = 0x00 7. Afficher le message de calibration ligne 1 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de calibration ligne 1 (calibmsgL1) dans W o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos 8. Positionner le curseur sur la ligne 2 : o W=0x10 o Positionner le curseur du LCD (lcd_setposcursor) 9. v_charpos = 0x00 10. Afficher le message de calibration ligne 2 Tant que W≠0 o Récupérer 1 caractère du message de calibration ligne 2 (calibmsgL2) o Afficher 1 caractère sur le LCD (lcd_affchar) o Incrementer v_charpos

Fonction	*Affichage de la puissance du port FWD*
Nom	*lcd_affpfwd*
Paramètres entrée	*v_pfwd*
Paramètres sorties	
Traitements	

Fonction	*Affichage de la puissance du port REF*

Nom	*lcd_affpref*
Paramètres entrée	*v_pref*
Paramètres sorties	
Traitements	

Fonction	*Affichage du SWR*
Nom	*lcd_affpref*
Paramètres entrée	*v_p_ref*
Paramètres sorties	
Traitements	

4.4.4-/sw/calc

4.4.4.1-calc_swr.asm

• *Paramètres entrée*	• *P_FWD* • *P_REF*
• *Paramètres sorties*	• *SWR*
• *Traitements*	• $SWR = \frac{ADCfwd + ADCref}{ADCfwd - ADCref}$

4.4.4.2-calc_power.asm

Paramètres entrée	*ADCfwd, ADCref* *table de calibration stockée en mémoire*
Paramètres sorties	*P_FWD* *P_REF*
Traitements	*Lire la valeurs dans les registres ADC* *récupérer la valeur correspondante dans la table de calibration*

3.5.5-/sw/readadc

3.5.5.1-adc.asm

Fonction	*Lire le résultat de la conversion A/N AN0*
Nom	*adc_readAN0*
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	*-v_adcfwd (2bytes) : résultat de l'ADC sur 10 bits*

Traitements	*1. Selectionner le canal à échantilloner (AN0)* *ADCON0(CHS2) = b'0'* *ADCON0(CHS1) = b'0'* *ADCON0(CHS0) =b'0'* *2. Mise en service du convertisseur* *ADCON(ADON) = b'1'* *3. Tempo de 20us* *4.Lancer la phase de conversion* *ADCON0(G0)=b'1'* *5. Tant ADCON0(G0)≠b'0'* *6.v_adcfwd = ADRESH* *v_adcfwd(+1) = ADRESL*

Fonction	*Lire le résultat de la conversion A/N AN1*
Nom	*adc_readAN1*
Paramètres entrée	
Paramètres sorties	*-v_adcref (2bytes) : résultat de l'ADC sur 10 bits*
Traitements	*1. Selectionner le canal à échantilloner (AN1)* *ADCON0(CHS2) = b'0'* *ADCON0(CHS1) = b'0'* *ADCON0(CHS0) =b'1'* *2. Mise en service du convertisseur* *ADCON(ADON) = b'1'* *3. Tempo de 20us* *4.Lancer la phase de conversion* *ADCON0(G0)=b'1'* *5. Tant ADCON0(G0)≠b'0'* *6.v_adcref = ADRESH* *v_adcref(+1) = ADRESL*

4.4.6-/sw/EEP/

4.4.6.1-eep.asm

Fonction	*Lecture d'un octet en EEPROM*
Nom	*eep_readbyte*
Paramètres entrée	*-W : contient l'adresse à lire en EEPROM*
Paramètres sorties	*-W : contient l'octet lu en EEPROM*
Traitements	*1. EADDR = W* *2. EECON(RD) = b'1'* *2. W ← EEDATA*