

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 1 sur 16
	17/04/2008	PHASE 0 : PRESENTATION	PROF

SEQUENCE CONVERSION ANALOGIQUE/NUMERIQUE

I- Centre d'intérêt : fonction « contrôle des alimentations » - Conversion Analogique/Numérique

II- Pré requis nécessaires avant d'aborder la séquence:

- Méthode d'analyse fonctionnelle
- Langage algorithmique
- Utilisation des appareils de mesure

III- Critère d'évaluation :

IV-Durée estimée / outils 8 h

Phases	Durée	Tensiomètre	Carte 1	Carte 2	Oscillo Numérique	PC
1 Fonctionnel	3					Excel
2 Simulation	1		x			Orcad
3 Mesures	2				x	
4 Flowcode	2		x	x	x	Flowcode

V- Déroulement de la séquence :

V-1- Phase 1: TD en binôme

- Situation de la fonction sur le schéma structurel
- Validation du choix des résistances à 1%
- Conversion analogique - numérique

V-2- Phase 2: TP en binôme : Simulation

- Simulation permettant de valider l'étude théorique

V-3- Phase 3: T.D. mesure

- Mesure des tensions ALIM, VBT, BV et VM sur la carte 2

V-4- Phase 4: Flowcode

Programmes :

- Mise en oeuvre du can avec flowcode : Test_ADC.fcf
- Test de Bv avec affichage piles OK ou HS : Batterie.fcf

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 2 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

TENSIOMETRE CAN PHASE 1 FONCTIONNEL

Cette séquence traite de la partie du tensiomètre qui contrôle l'état des piles avant d'effectuer les mesures de pression.

1 Repérer sur le schéma structurel les signaux LOW et BV et leur associer les noms des broches du μC .

	Nom	Caractéristique (logique - numérique - analogique)
LOW	RA1	Sortie Logique
BV	RA0	Entrée analogique

2 Retrouver dans le dossier constructeur_1.pdf la justification de cette structure. Indiquez la valeur du seuil sous lequel la tension batterie est considérée insuffisante. Indiquez la valeur du seuil au-delà duquel la tension batterie est suffisante.

→ Cf. dossier constructeur_1.pdf et dossier constructeur_4.pdf

Après la mise sous tension, il y a contrôle de la tension des piles. Les mesures ne débutent que si la tension est supérieure à 4,55V . Si la tension tombe sous 4,05V, l'afficheur LCD indique le symbole « LOW BATTERIE »

Low battery indication:
When the power is less than 4.05V, will display the symbol "☒"

Accuracy:

Dossier Constructeur_1.pdf page 6/7 S7-Functions

Subject: Low voltage indication (1/1)

Test procedure:

1. Adjust the supply voltage to DC 4.05V and connect to the device. Press "START/STOP" key and LCD will display as below

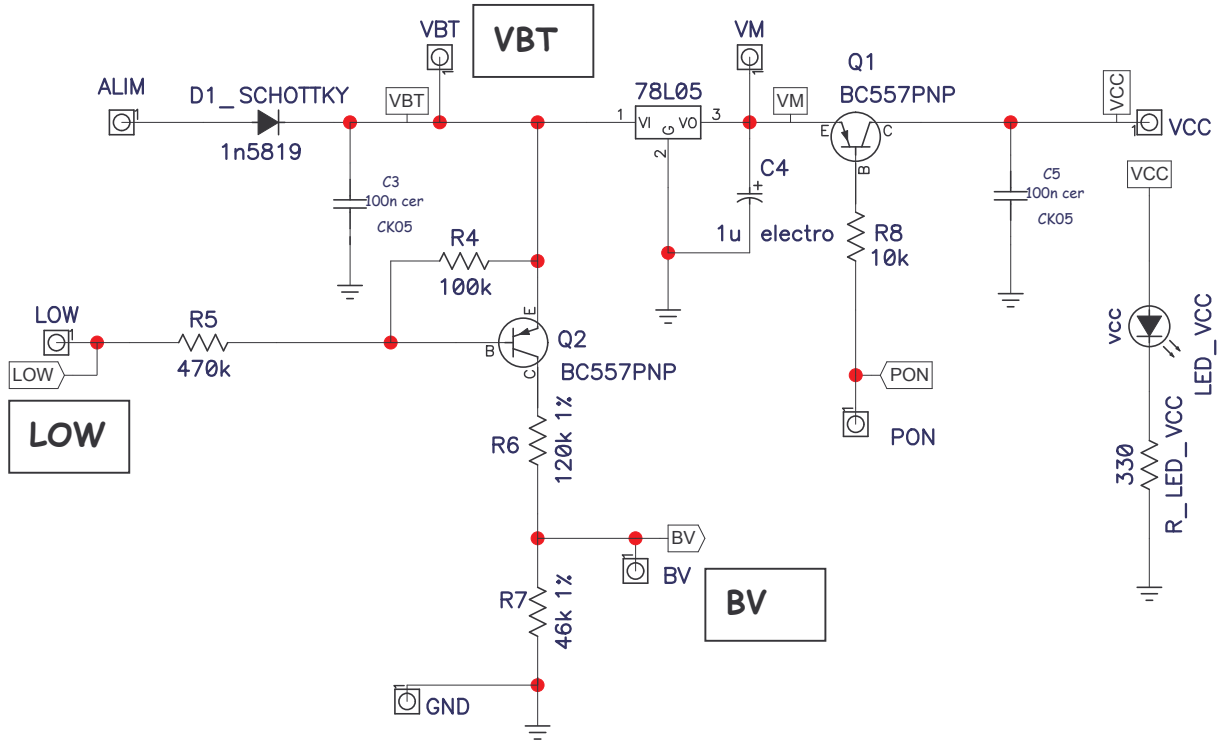


2. Adjust the supply voltage to DC 4.55V the device shall work normally.

Dossier Constructeur_4.pdf page 6/18 « Subject : low voltage indication (1/1) »

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 3 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

ETUDE DE LA CARTE 1



Remplir le tableau suivant (Hypothèse : Vecsat $Q_2 = 0$)

	Etat de Q2	Valeur de BV en fonction de VBT
LOW = 0	saturé	$Bv = \frac{Vbt \times R7}{R6 + R7}$
LOW = 1	bloqué	0v

Remarques

- Le rôle de cette fonction est de détecter un faible niveau des piles.
- Le régulateur assure son rôle à partir d'une tension de 4,5v : on peut donc autoriser la décharge des piles jusqu'à cette valeur.
- Avec 2 résistances à 1% (R6 & R7), la précision de BV sera de 2%



STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 4 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

CALCUL DE L'ERREUR SUR BV Etude pour le tensiomètre

On souhaite justifier le choix des résistances à 1%.

Pour cela, on cherche la valeur de **VBT** qui assure que la mesure de **BV** correspond à une valeur de **VBT** supérieure ou égale à 4,5V. Méthode de recherche :

- Calcul des valeurs extrêmes de **BV** pour **VBT** = 4,5V (low bat).
- Détermination de la valeur de **BV** qui permet d'obtenir **VBT** = 4,5V même dans le cas le plus défavorable.
- Calcul de la valeur de **VBT** dans le cas le plus défavorable.

On comparera les valeurs trouvées avec un pont de résistance à 1% à celles trouvées pour un pont à 5%. On aura recours à un tableur pour remplir les différents tableaux suivants (fichier « VBT et BV ELV.XLS »)

- Calculer l'expression littérale de **BV** en fonction de **VBT** (on posera $V_{ECsat} = 0$)

$$BV = VBT \cdot \frac{R7}{R7 + R6}$$

- Remplir les tableaux suivants :

Valeur du pont à 1%				Valeur du pont à 5%			
Entourer les valeur extrêmes				Entourer les valeur extrêmes			
		R7min	R7max			R7min	R7max
à 1%		45,54	46,46	à 5%		43,7	48,3
R6min	118,80	0,27711	0,28113	R6min	114	0,27711	0,29759
R6max	121,20	0,27312	0,27711	R6max	126	0,25751	0,27711

- Calculer les valeurs de **BVnominal**, **BVmax** et **BVmin** en fonction des résistances et de **VBT** [lignes 1 et 2 : expression $f(VBT)$; lignes 3 à 5 : valeurs numériques]

		BVnominal	BVmin	BVmax
1	1%	$0,27711 \cdot VBT$	$0,273312 \cdot VBT$	$0,28113 \cdot VBT$
2	5%	$0,27711 \cdot VBT$	$0,25751 \cdot VBT$	$0,29759 \cdot VBT$
3	1% VBT = 6v	1,663V	1,640V	1,687V
4	1% VBT = 4.5v	1,24V	1,229V	1,265V
5	5% VBT = 4.5v	1,247V	1,159V	1,339V

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 5 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

4) A quelle valeur de seuil doit-on comparer BV pour être certain que la tension VBT reste supérieure à 4,5V ? [Compléter le tableau pour les 2 tolérances envisagées]

On doit utiliser le seuil BV_{max} . En effet, pour être certain que VBT reste supérieur à 4,5V, on ne peut pas prendre la valeur minimale de BV (1,229V par exemple pour des résistances à 1%) car si BV présente sa valeur maximale (1,265V dans ce cas), l'événement « batterie faible » sera détecté pour $VBT < 1,229V / 0,28113 = 4,37V$, ce qui n'est pas conforme au cahier des charges : « Low Bat » $\Leftrightarrow VBT < 4,5V$

	SEUIL BV
Avec des résistances à 1%	> 1,265 v
Avec des résistances à 5%	> 1,339v

5) Calculer l'expression littérale de VBT en fonction de BV puis compléter les tableaux suivant :

$VBT = BV \cdot \frac{R7 + R6}{R7}$

Valeur du pont inverse à 1% Entourer les valeur extrêmes				Valeur du pont inverse à 5% Entourer les valeur extrêmes			
		R7min	R7max			R7min	R7max
à 1%		45,54	46,46	à 5%		43,7	48,3
R6min	118,80	3,6087	3,5570	R6min	114	3,6087	3,3602
R6max	121,20	3,6614	3,6087	R6max	126	3,8833	3,6087

6) Calculer les valeurs de VBTnom, VBTmax et VBTmin en fonction des résistances et de BV

	VBT nominal	VBT min	VBT max
1% (en fonction de BV)	3,6087. Bv	3,5570. Bv	3,3602. Bv
5% (en fonction de BV)	3,6087. Bv	3,6614. Bv	3,8833. Bv
1% Bv = 1,265V	4,56V	4,50V	4,63V
5% Bv = 1,339V	4,83V	4,50V	5,20V

CONCLUSION

Le fait de choisir des résistances à 1% permet d'utiliser l'appareil plus longtemps car on autorise la tension d'alimentation à descendre sous 4,63V alors que l'on interdirait le fonctionnement à partir de 5,20V avec des résistances à 5% .

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 6 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

7) Synthèse graphique

On donne page 9 les caractéristiques extrêmes de BV en fonction de VBT pour les 2 tolérances (5% et 1%) sur la valeur des résistances.

Annoter ces caractéristiques :

- Repérer les 8 points remarquables
- Annoter chaque point : décrire le cas correspondant et les conséquences qui en découlent si on le choisit comme seuil « batterie faible »

TRAITEMENT PAR LE CONVERTISSEUR DU TENSIOMETRE

- Donner, à partir des informations fournies par la documentation du microcontrôleur du tensiometre, la résolution du CAN ; en déduire le quantum

CAN 8 bits ==> Cf. M3822_7.pdf Page 1

$$Q = \frac{VM}{2^8 - 1} = \frac{VM}{255} = \frac{4}{255} = 15,7mV$$

- Calculer la valeur décimale, binaire puis hexadécimale correspondant à BV = 1.264V (→ VBTmin = 4,5V)

La tension de seuil est de 1,264V ce qui correspond à $\frac{1,264}{0,0157} = 80,51$

→ 80 en décimal soit 0101 0000 en binaire soit \$50 en hexadécimal

TRAITEMENT PAR LE CONVERTISSEUR DU PIC16F876A (CARTE 2)

- Donner, à partir des informations fournies par la documentation du microcontrôleur PIC 16F876, la résolution du CAN ; en déduire le quantum

11.0 ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (A/D) MODULE

The Analog-to-Digital (A/D) Converter module has five inputs for the 28-pin devices and eight for the 40/44-pin devices.

The conversion of an analog input signal results in a corresponding 10-bit digital number. The A/D module has high and low-voltage reference input that is software selectable to some combination of VDD, VSS, RA2 or RA3.

The A/D converter has a unique feature of being able to operate while the device is in Sleep mode. To operate in Sleep, the A/D clock must be derived from the A/D's internal RC oscillator.

The A/D module has four registers. These registers are:

- A/D Result High Register (ADRESH)
- A/D Result Low Register (ADRESL)
- A/D Control Register 0 (ADCON0)
- A/D Control Register 1 (ADCON1)

The ADCON0 register, shown in Register 11-1, controls the operation of the A/D module. The ADCON1 register, shown in Register 11-2, configures the functions of the port pins. The port pins can be configured as analog inputs (RA3 can also be the voltage reference) or as digital I/O.

Additional information on using the A/D module can be found in the PICmicro® Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

Convertisseur 10 bits

La tension de référence est VM = 5V

$$Q = \frac{VM}{2^{10} - 1} = \frac{VM}{1023} = \frac{5}{1023} = 4,89mV$$

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 7 sur 16
	17/04/2008	PHASE 1 : ETUDE	PROF

On souhaite calculer deux seuils décrivant l'état de la batterie :

Nlow est le seuil correspondant à $V_{BT} < 7V$ (batterie insuffisante) → $BV_{low} = 1,96V$

Nok est le seuil correspondant à $V_{BT} > 7,5V$ (batterie suffisante) → $BV_{ok} = 2,10V$

- Calculer la valeur décimale, binaire puis hexadécimale correspondant à $BV_{low} = 1,96V$ et $BV_{ok} = 2,10V$

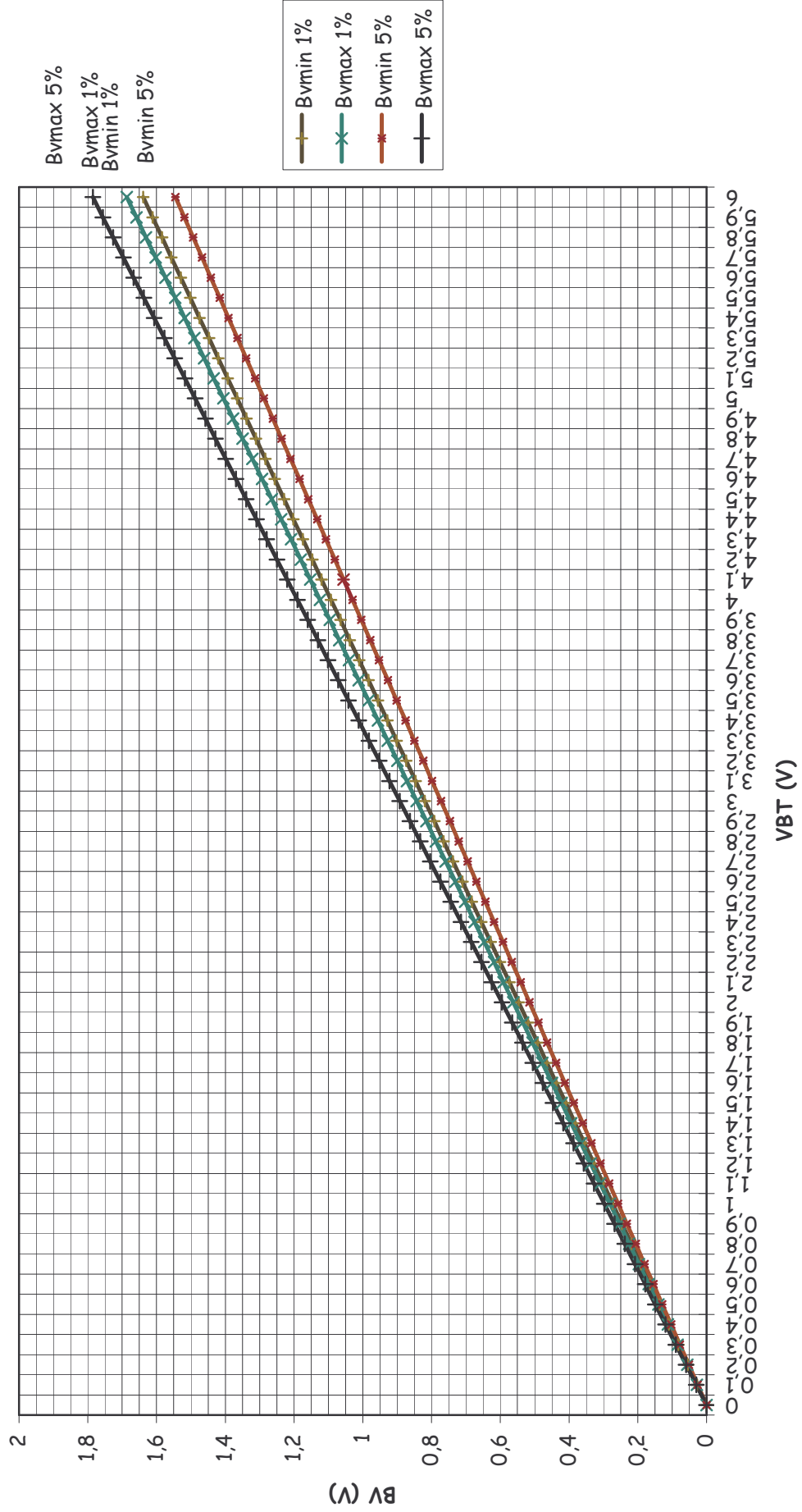
La tension de seuil $BV = 1,96V$ correspond à $\frac{1,96}{0,00489} = 400,82$

→ $N_{low} = 400$ en décimal soit 01 1001 0000 en binaire soit \$190 en hexadécimal

La tension de seuil $BV = 2,10V$ correspond à $\frac{2,10}{0,00489} = 429,44$

→ $N_{ok} = 429$ en décimal soit 01 1010 1101 en binaire soit \$1AD en hexadécimal

$BV = f(VBT)$

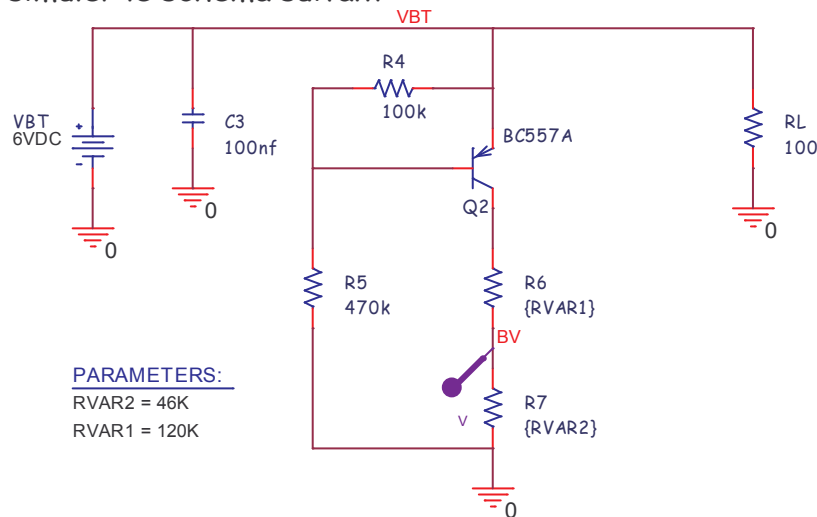


STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 9 sur 16
	17/04/2008	PHASE 2 : SIMULATION	PROF

CAN PHASE 2 SIMULATION

Etude de la dispersion de la valeur des résistances sous Orcad

- Charger les bibliothèques ANALOG.OLB - EBIPOLAR.OLB - SOURCE.OLB - SPECIAL.OLB
- Saisir et simuler le schéma suivant :

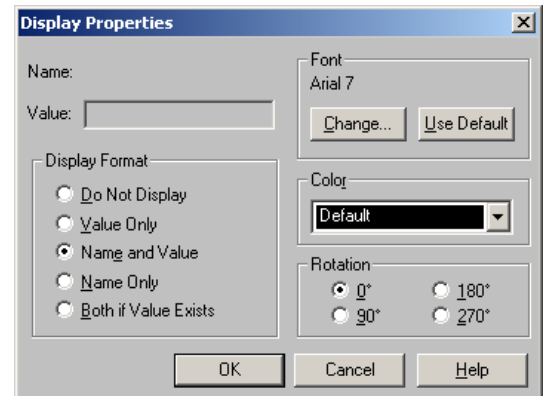


Remarque :

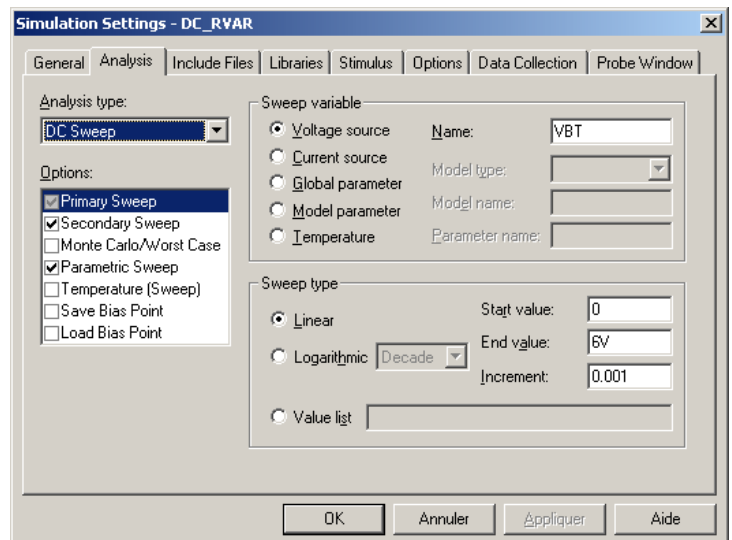
L'objet « PARAMETERS » permet d'affecter une valeur par défaut aux résistances R6 et R7, qui feront l'objet d'une analyse paramétrique. Editer PARAMETERS. Pour éditer les champs RVAR1 et RVAR2, ajouter une nouvelle colonne.

Name → RVAR1 ou RVAR2 ; Value → 120K ou 46K

Pour afficher les champs dans le schéma structurel →



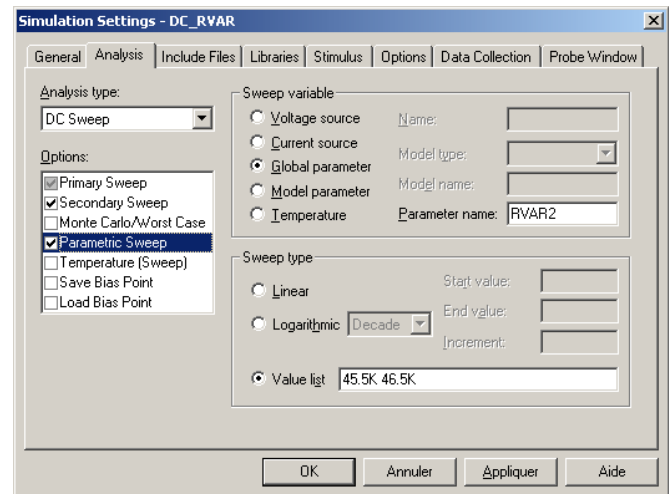
- Définir une analyse DC avec balayage linéaire de VBT de 0 à 6V avec un incrément de 1mV



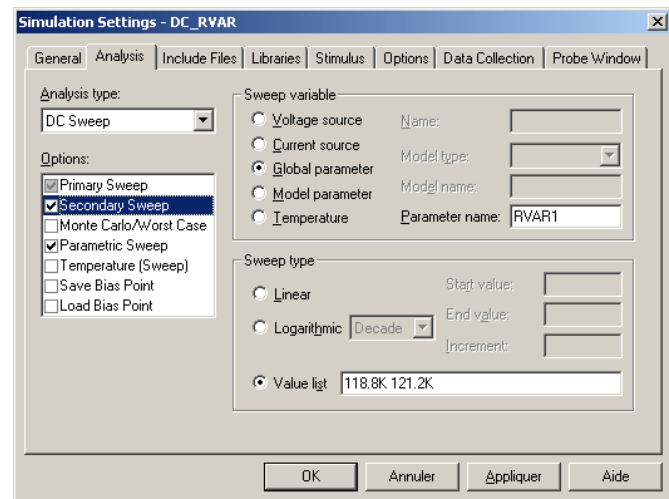
STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 10 sur 16
	17/04/2008	PHASE 2 : SIMULATION	PROF

RESISTANCES A 1%

- Définir une analyse paramétrique sur RVAR2 : liste de valeurs 45.5K et 46.5K



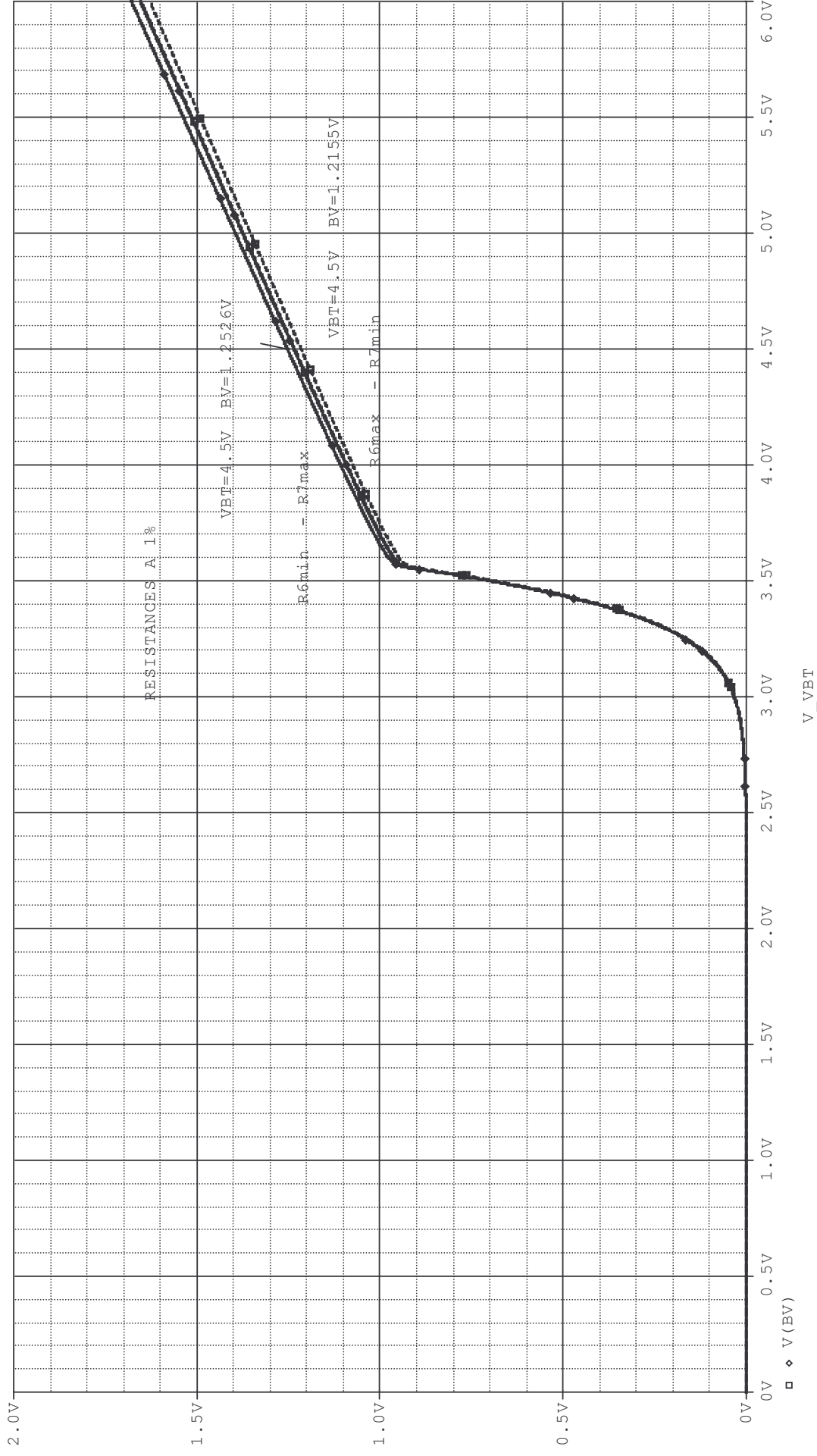
- Définir un balayage secondaire paramétrique sur RVAR1 : liste de valeurs 118.8K et 121.2K

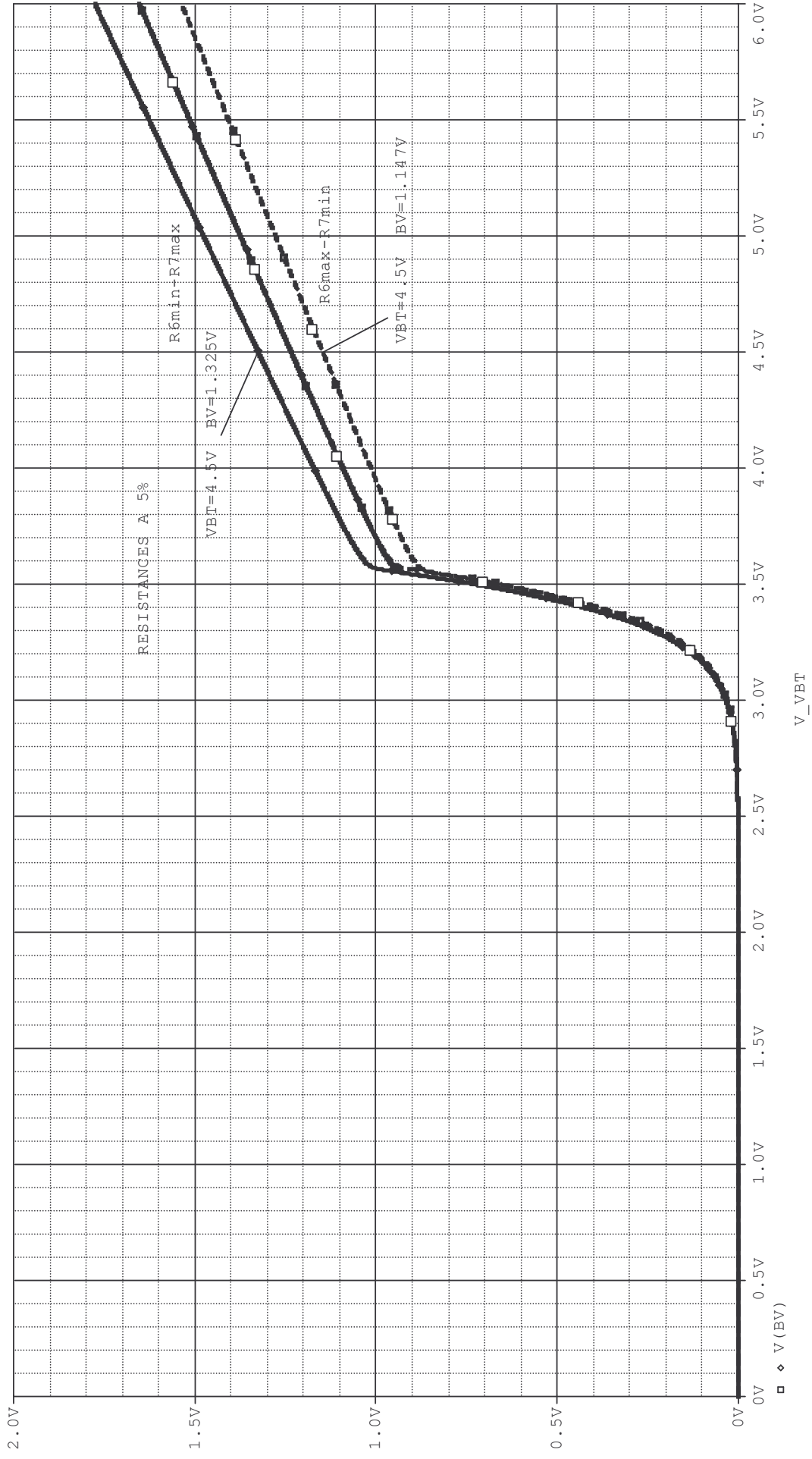


- Imprimer les résultats après avoir repéré les points remarquables (VBT= 4,5V)
- Comparer aux résultats de l'étude. Justifier les différences.
- Interpréter, analyser et conclure quant aux résultats de simulation

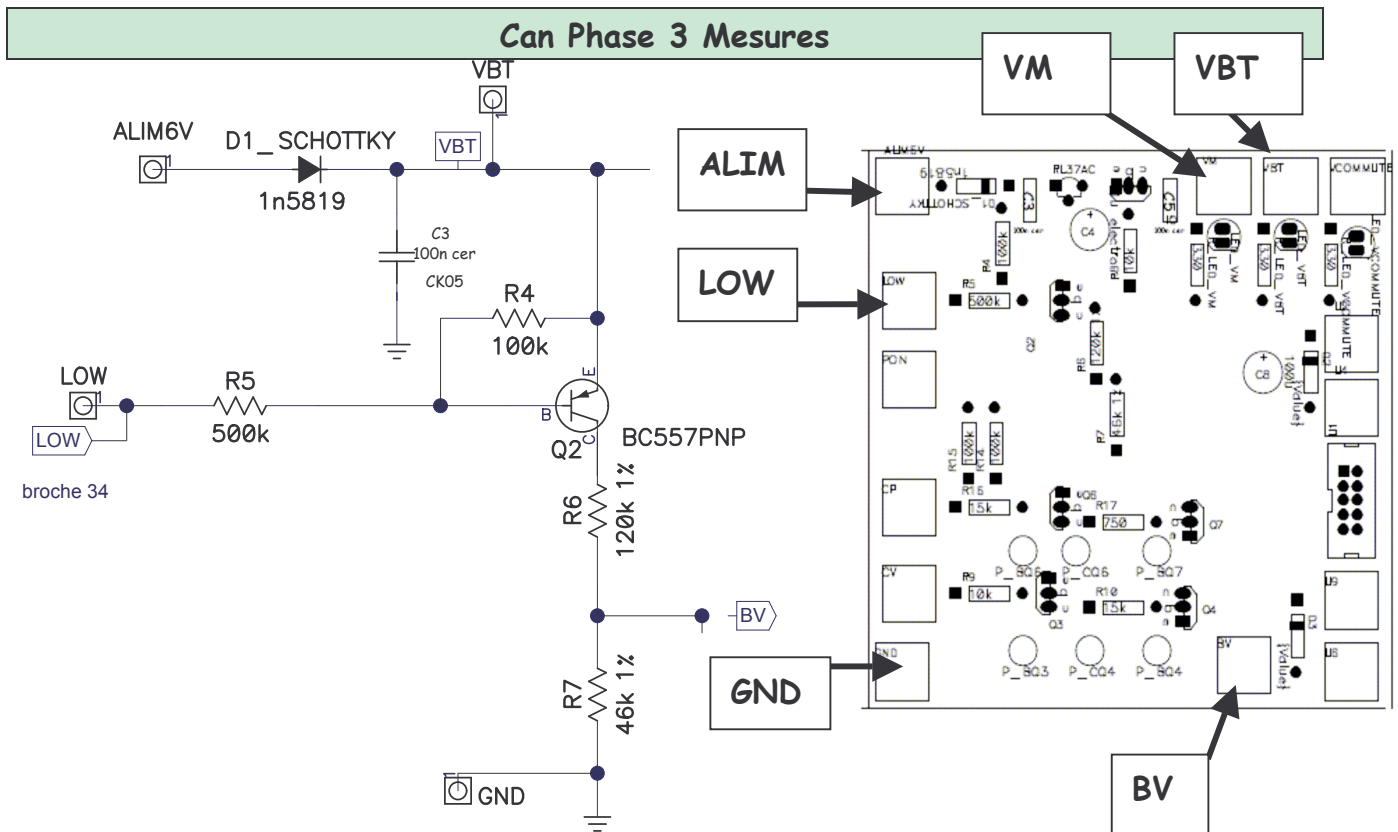
RESISTANCES A 5%

- Reprendre le travail décrit ci-dessus avec R6 & R7 à 5%





STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session 2008	« CAN »	Page 13 sur 16
	17/04/2008	PHASE 3 : MESURES	PROF



- Tirer LOW à la masse
- Relier ALIM à une alimentation stabilisée
- Relever au moyen d'un voltmètre DC la tension aux points ALIM, VBT, BV et VM ; compléter le tableau ci-dessous

VALIM	VBT	BV	VM
10V	9,73	2,592	5,04
9	8,69	2,313	5,04
8	7,73	2,058	5,04
7	6,73	1,791	5,04
6	5,72	1,521	4,17
5	4,76	1,264	3,25
4,5	4,29	1,136	2,79
4	3,76	0,992	2,29
3	2,85	0,120	1,35
2	1,89	0	0,011
1	0,93	0	0
0	0	0	0

- Représenter graphiquement ces mesures : $VBT = f(VALIM)$; $BV = f(VBT)$ et $VM = f(VBT)$
- Analyser les mesures obtenues, les comparer aux résultats de simulation, repérer les zones de fonctionnement du transistor Q2 et du régulateur 78L05

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session	« CAN »	Page 14 sur 16
	17/04/2008	PHASE 4 : PROGRAMMATION	PROF

Phase 4 Flowcode Tensiomètre CAN

Consulter la partie CAN du document : « utilisation flowcode »

L'objectif est de mettre en oeuvre sous Flowcode le CAN intégré au PIC.

1° PARTIE : TEST du CAN

Si la valeur numérique de BV est inférieure à 343, alors RB4 = 1 et RA2 = 1

Si la valeur numérique de BV est supérieure à 400, alors RB4 = 0 et RA2 = 0

On fournit l'algorithme ci-dessous :

```

DEBUT
|   PORT A ← 0
|   TANT QUE 1
|   |   ECHANTILLONNAGE ADC
|   |   N_BV ← N_RA0
|   |   SI N_BV > 429
|   |   |   ALORS RA2 = 0 ; RB4 = 0
|   |   |   SINON
|   |   FINSI
|   |   SI N_BV < 400
|   |   |   ALORS RA2 = 1 ; RB4 = 1
|   |   |   SINON
|   |   FINSI
|   FIN TANT QUE
FIN

```

- Etablir l'algorithme correspondant puis le traduire dans Flowcode (Test_ADC.fcf)
- Valider par simulation sous Flowcode le programme
- Charger le programme dans le μC 16F876 Carte 2
- Valider le programme succinctement (on tirera le point LOW à la masse)

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session	« CAN »	Page 15 sur 16
	17/04/2008	PHASE 4 : PROGRAMMATION	PROF

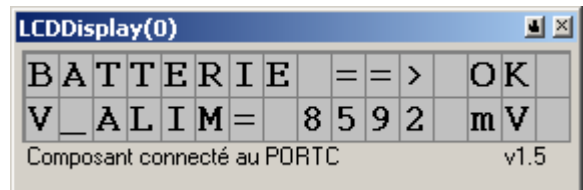
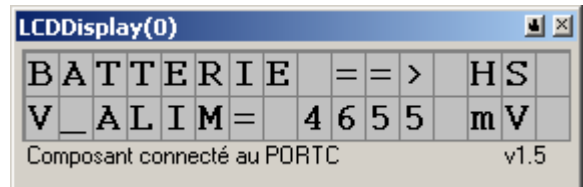
2° PARTIE : GESTION DE LA BATTERIE

L'objectif est de concevoir le programme permettant d'afficher l'état de la batterie.

On reprendra le programme précédent.

L'initialisation devra activer VCC (PON/RA2 = 0) ; on ôtera les commandes correspondant à « ALORS RA2 = 0 » et « ALORS RA2 = 1 » dans les 2 conditions.

L'affichage pour les deux cas de figure (batterie insuffisante et batterie suffisante) sera le suivant :



- Etablir l'algorithme correspondant (on utilisera l'algorithme de la première partie comme trame).
- Editer le programme sous Flowcode
- Simuler le programme (mode Auto/ Pas à pas)
- Implanter le programme sur la Carte 2
- Valider le fonctionnement (on relèvera la valeur de VALIM au voltmètre DC et l'affichage correspondant).

VALIM	AFFICHAGE
10V	9,220
9V	8,200
8	7,330
7	6,350
6	6,520
5	---
4,5	----
4	----

- Modifier s'il y a lieu le programme afin de faire correspondre VALIM et l'affichage.

Pour ceux qui sont en avance...

→ Modifier le programme pour que VALIM soit exprimé en V(Volts) et non pas en mV...

STI Génie Electronique	TENSIOMETRE		SEQUENCE 9
CONSTRUCTION ELECTRONIQUE	Session	« CAN »	Page 16 sur 16
	17/04/2008	PHASE 4 : PROGRAMMATION	PROF

