Lazare CARNOT -ARRAS-	Mise en œuvre d'un PCF8574 Bus I²C	SIN Activité: 6h STI2D - 2022/2023
NOM:		CLASSE : TDDx
PRÉNOM:		18/03/22 10:53 AM
Condition: Matériel: Documents:	<ul> <li>travail seul ; durée 2 x 3 heures</li> <li>un ordinateur sous Windows avec les logiciels Proteus et Flowcoc</li> <li>une carte de développement ( PIC , Arduino )</li> <li>le sujet de cette <u>Activité</u></li> </ul>	le
BUS	5x Philips PCF8574T	

L'objectif de cette activité consiste en la mise en œuvre d'un composant de type PCF8574.

## I - Description du PCF8574 (PCF8574A)

La documentation constructeur, le " datasheet " de PHILIPS se trouve ici.

#### Extrait de la documentation

#### Remote 8-bit I/O expander for I<sup>2</sup>C-bus (Extension E/S 8 bits déportée pour bus I<sup>2</sup>C)

#### GENERAL DESCRIPTION

The PCF8574 is a silicon CMOS circuit. It provides general purpose remote I/O expansion for most micro-controller families via the two-line bidirectional bus (I<sup>2</sup>C).

The device consists of an 8-bit quasi-bidirectional port and an I<sup>2</sup>C-bus interface. The PCF8574 has a low current consumption and includes latched outputs with high current drive capability for directly driving LEDs.

It also possesses an interrupt line ( $\overline{INT}$ ) which can be connected to the interrupt logic of the micro-controller. By sending an interrupt signal on this line, the remote I/O can inform the micro-controller if there is incoming data on its ports without having to communicate via the I<sup>2</sup>C-bus.

This means that the PCF8574 can remain a simple slave device. The PCF8574 and PCF8574A versions differ only in their slave address as shown in Fig.9.



Le PCF8574 est circuit intégré en technologie CMOS. Il permet d'augmenter le nombre de lignes d'entrées / sorties de la plupart des microcontrôleurs par l'intermédiaire d'un <u>bus bidirectionnel</u> (l<sup>2</sup>C) sur deux fils.

(En fait 3 fils SDA, SCL sans oublier l'indispensable GND, référence de tension qui doit être commune.)

Ce composant dispose d'un port quasi bidirectionnel de 8 bits (P7 à P0) et d'une interface I<sup>2</sup>C (SDA, SCL).



Le PCF8574 a une faible consommation et comprend des sorties (P7 à P0) à verrouillage (mémoire) avec la possibilité de piloter directement des DEL par exemple. (Anode connectée à +V)

Il possède également une ligne d'interruption (INT) qui peut être connectée à la logique d'interruption du microcontrôleur. Un niveau bas sur cette ligne permet d'indiquer au microcontrôleur distant, l'apparition d'une modification des E/S, directement, sans avoir à communiquer par le bus l<sup>2</sup>C.



Le PCF8574 est utilisé uniquement en mode "esclave".

Il existe deux versions, le PCF8574 et le PCF8574A différentes l'une de l'autre par leur adresse.



L'adresse du circuit est en effet composée d'une partie fixe ( $A_6$ ,  $A_5$ ,  $A_4$ ,  $A_3$ ) et d'une partie configurable ( $A_2$ ,  $A_1$ ,  $A_0$ ) permettant de chaîner jusqu'à 8 circuits de même type.



### II - Configuration de l'adresse du PCF8574 (PCF8574A)

Plusieurs possibilités pour fixer l'adresse d'un PCF8574.

a) la première consiste à relier les entrées de sélection  $A_2$ ,  $A_1$  et  $A_0$  directement à Vcc ou GND suivant la valeur désirée.



b) En utilisant des cavaliers, comme ce module. ( <u>cavalier</u> = jumper )



c) en utilisant des micro-interrupteurs ( DIP switch )



# III - Adressage du PCF8574 (PCF8574A)

		Adresse	partie fixe		Adresse sélection			Mode	Adresse en
PCF8574	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R / W	hexadécimal
n° 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0x40
off off off	0	1	0	0	0	0	0	1	0x41
n° 2	0	1	0	0	0	0	1	0	0x42
off off On	0	1	0	0	0	0	1	1	0x43
n° 3	0	1	0	0	0	1	0	0	0x44
off On off	0	1	0	0	0	1	0	1	0x45
n° 4	0	1	0	0	0	1	1	0	0x46
off On On	0	1	0	0	0	1	1	1	0x47
n° 5	0	1	0	0	1	0	0	0	0x48
On off off	0	1	0	0	1	0	0	1	0x49
n° 6	0	1	0	0	1	0	1	0	0x4A
On off On	0	1	0	0	1	0	1	1	0x4B
n° 7	0	1	0	0	1	1	0	0	0x4C
On On off	0	1	0	0	1	1	0	1	0x4D
n° 8	0	1	0	0	1	1	1	0	0x4E
On On On	0	1	0	0	1	1	1	1	0x4F

## Tableau d'adressage des PCF8574

### Tableau d'adressage des PCF8574A

DCD0574A		Adresse j	partie fixe		Adresse sélection			Mode	Adresse en
PCF85/4A	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R / W	nexadecimai
n° 1	0	1	1	1	0	0	0	0	0x70
off off off	0	1	1	1	0	0	0	1	0x71
n° 2	0	1	1	1	0	0	1	0	0x72
off off On	0	1	1	1	0	0	1	1	0x73
n° 3	0	1	1	1	0	1	0	0	0x74
off On off	0	1	1	1	0	1	0	1	0x75
n° 4	0	1	1	1	0	1	1	0	0x76
off On On	0	1	1	1	0	1	1	1	0x77
n° 5	0	1	1	1	1	0	0	0	0x78
On off off	0	1	1	1	1	0	0	1	0x79
n° 6	0	1	1	1	1	0	1	0	0x7A
On off On	0	1	1	1	1	0	1	1	0x7B
n° 7	0	1	1	1	1	1	0	0	0x7C
On On off	0	1	1	1	1	1	0	1	0x7D
n° 8	0	1	1	1	1	1	1	0	0x7E
On On On	0	1	1	1	1	1	1	1	0x7F

### IV - Écriture sur les lignes de port



Comme le montre la figure ci-dessus, une écriture des lignes P7 à P0 suit un protocole stricte. La transaction commence par une condition de départ, "START", SDA passe à 0 puis SCL passe à 0, suivi de l'adresse du composant interpellé pour le Mode écriture, soit 0x40 par exemple. Dés lors le composant, s'il est bien présent sur le bus I2C, répond en plaçant un



niveau logique bas sur la ligne SDA à la neuvième impulsion de SCL, ACK pour "acknowledge", accusé de réception. Ensuite c'est la donnée 8bit qui affectera le port de sortie (P7 ..... P0) qui est envoyée, une nouvelle fois le PCF8574 répond par un ACK. Enfin la trame se termine par la condition d'arrêt "STOP", SCL passe à 1 puis SDA passe à 1.

### Travail demandé

I-a) Quelle sera la valeur du Port de sortie (P7 à P0) à la suite de la séquence suivante ?



I-b) Simuler cette séquence à l'aide du montage ci-contre et vérifier votre réponse.





I-c) Proposer une séquence afin d'obtenir en sorties (P7 à P0) , la valeur 0x9C. (0x9C = 0b10011100). Simuler et vérifier.

II) Élaboration d'un programme d'écriture sur le Port d'un PCF8574(A).



Capture réalisée à l'aide du logiciel <u>USBee Suite</u> associé à un analyseur logique (à <u>petit prix</u>). Site USBee: <u>https://www.usbee.com/suite.html</u> Manuel: <u>https://www.usbee.com/usbeesuitemanual.pdf</u>

#### Le montage est basé autour d'un Arduino Uno





→ Ajouter au "panneau tableau de bord (2D), le composant "I2C Master"



Vérifier les propriétés du composant I2C Channel --> Channel1 Baud Select --> 100kHz

Stop Delay --> Non

SDA --> PC4

SCL --> PC5

Aide pour le composant I2C: ici



Si tout s'est bien passé vous devez avoir une fenêtre similaire à celle-ci



sinon vous pouvez télécharger une version de départ ici.

Sauvegarder votre fichier sous le nom "XX\_PCF8574\_V1" où XX représente les Initiales, en majuscule, de votre Prénom et Nom.

Nous allons maintenant créer une "Macro" (une procédure) permettant l'écriture sur un port.



La transaction commence par une condition de "Start"

- → Insérer "Routine Composant"
  - Composant "I2C\_Master1" →
  - -> Routine "Start"





Propriétés: Macro

Nom Affiché: Adresse I2C

Ensuite il faut envoyer l'adresse I2C.

#### Routine TransmitByte

Data -> .Adr_I2C		Macros Comp	posants 🗾 Sir	mulation $f_{\chi}$ Fonctions
<pre>x{B I Variables locales B Adr_12C B Data_Out</pre>		IIII Initialise IIII ReceiveByte IIII ReceiveByte IIII Restart IIII SendByteTra IIII Start IIII Stop IIII Stop	Transaction	
Constantes		Paramètres:		
Ajouter Nouveau>		Nom	taper	Expression
└フ ×{ੋ <b>王</b>		B Data	OCTET	.Adr I2C
Paramètr	Valeur Re	etour> .Ack		
B Data Out		Valeur Retour:(OCTE	T)	
Constantes		.Ack		
Ajouter Nouveau>		r		
B Ack	.Ack es	st une variable l	locale	

Maintenant, Si le composant est présent, si la variable .Ack = 0 donc nous pouvons écrire la donnée sur le Port.



### Programme Principal (Main)

Initialisation matérielle de la liaison I2C

Main	(Flow) × E_I2C (Flow)			4 Þ	Propriétés	
Ţ		Propriétés: Macro			×	iétés 🚓 Position 🛄 Macros
o D	DÉBUT	Nom Affiché: Initialisation liaison I2C			<b>•</b>	sant née panel
	* Initialisation liaison I2C	Macros Compo	osants 📕 Sir	nulation $f_{\chi}$ Fonctions	*	FLES
A:-	[l2C_Master1::Initialise()		)			L
-	FIN	Rest Enables t	he I <sup>2</sup> C hardwai e called at the	re and performs some initializat start of the program or at least	ion. before any (	of the other I <sup>2</sup> C functions are called.
		Start Stop				
		Paramètres:			Ţ	
		Nom	taper	Expression		
SIM						

Insérer "Routine Composant" Composant "I2C\_Master1" Routine "Initialise"





### Simuler votre programme sous proteus



Voir la vidéo de la simulation ici.

Câbler le montage, puis faite une capture à l'aide de l'analyseur logique.

*	Ard	*	
CH0	SDA	SCL	CH1
CH2	<b>P0</b>	P1	CH3
CH4	P2	<b>P3</b>	CH5
CH6	P4	P5	CH7
GND	GND		GND



## \* Analyseur



## Vous devriez obtenir le résultat suivant



Digital 0			
Digital 1			
Digital 2			
Digital 3			
× Digital 4			

### Ou mieux ...

0	SDA T	
12C	* I2C 0 +	40 Write A 00 A 5 40 Write A
1	SCL +	
2	P0 +	
3	P1	
4	P2	
5	P3	



USBee Logic Analyzer/Oscilloscope

Copyright 2019, CWAV, Inc. All Rights Reserved. Designed and Manufactured only in the USA

T X1 X2 dX 1/dX Width Period Frequency Duty Cycle Ons Ons Ons Ons infinity 879us 1,758ms 568,828214Hz 50%

### III) Élaboration d'un programme lecture et écriture de deux PCF8574(A).

Sauvegarder votre fichier "XX\_PCF8574\_V1" sous le nom "XX\_PCF8574\_V2" où XX représente les Initiales, en majuscule, de votre Prénom et Nom.

Le montage utilisé en simulation est ci-dessous



Le schéma structurel, sous proteus 8, est téléchargeable, pour un gain de temps, <u>ici</u>. le composant U3 sera utilisé en lecture tandis que U2 sera utilisé en écriture.

III-a) Élaboration d'une Macro lecture I2C.

Nous allons maintenant créer une "Macro" (une procédure) permettant la lecture du Port.

→ " Macro"	Créer Nouvelle Macro			1				
→ " Nouvelle "	Nom Nouvelle Macro:	Affichage	Macro N	Déboguer ouvelle	Générer	Fenêtre Ctrl+M	Aide	C
Nom > L_12C	L_12C Description Nouvelle Macro:	et Sector	A:	fficher comme fficher comme	e Algorigra e Blocks	mme	olays	\((
Param > Adr_I2C	Lecture d'un composant I2C Paramètres XE Constantes Variables Paramètres Adr_I2C			fricher comme	e Source			
Type à renvoyer OCTET	Type à renvoyer: OCTET	Annuler	-					
La donnée lue.		Annuler						



Propriétés: Macro			×	
Nom Affiché: Lecture de P7 à P0			<b>•</b>	
Macros	Composants S	mulation $f_X$ Fonctions		
i⊇··· I2C_Master1 Initialise ReceiveB III ReceiveB	l Byte Byte Transaction		•	× (E E Variables locales
Paramètres:				B Adr_I2C
Nom	taper	Expression		Ajouter Nouveau>
B Last	OCTET	1	T	<ajouter nouveau=""></ajouter>
Valeur Retour:(OCTET)	)			
0	OK & <u>É</u> diter M	lacro OK A	nnuler	



#### Simuler le montage.



Annexe:

La documentation constructeur, le " datasheet " de PHILIPS se trouve ici.

La documentation constructeur, le " datasheet " de NXP se trouve ici.

La documentation constructeur, le " datasheet " de Texas Instruments se trouve ici ou la.

Compte rendu projet V1: <u>XX\_PCF8574\_V1\_fcfx.html</u> Compte rendu projet V2: <u>XX\_PCF8574\_V2\_fcfx.html</u>

L'activité compressée : <u>/act/sin/020b/Act\_SIN\_PCF8574.rar</u>