



Haute École Louvain **en Hainaut**

---

## Projet Multidisciplinaire

Guide utilisateur du projet PIDB Rev.0

---

*Étudiants :*

HENNARD MATHÉO  
PONSART JULIEN

*Responsable du projet :*

Mr. Triquet Fabrice

5 octobre 2025



Commission  
des titres d'ingénieur



HAUTE ÉCOLE LOUVAIN EN HAINAUT

# Table des matières

<b>1 Prise en main de l'hardware</b>	<b>3</b>
1.1 Mise sous tension . . . . .	3
1.2 Clavier à boutons poussoirs . . . . .	5
1.3 Relais et PWM . . . . .	6
1.4 Level Shifter TXS0108E . . . . .	11
1.5 Expander MCP23017 . . . . .	12
1.6 UART1 Externe . . . . .	14

# Table des figures

1.1	Alimentation 5 [V] par le module UART.	3
1.2	Alimentation 5 [V] par le programmeur ISP.	4
1.3	Alimentation 5 [V] par alimentation externe.	4
1.4	Clavier à boutons poussoirs et debouncer.	5
1.5	Relais et PWM	6
1.6	Module 1 ou ADC	7
1.7	Module 2 ou DAC	8
1.8	Module 3	9
1.9	Module 4	10
1.10	Level Shifter TXS0108E	11
1.11	Expander MCP23017	12
1.12	Bornier UART1	14

# Chapitre 1

## Prise en main de l'hardware

### 1.1 Mise sous tension

Plusieurs sources d'alimentation non isolées existent sur le projet PIDB, il y a dans un premier temps l'alimentation en 5 [V] provenant du module UART permettant la communication avec la PC situé dans le coin supérieur gauche de la carte. Cette source d'alimentation se sélectionne en connectant un jumper sur le header **5V\_UART**. De plus, on y retrouve également les headers **TX0\_UART** et **RX0\_UART** permettant l'utilisation de l'**UART0** ainsi que le bouton de **RESET** du microcontrôleur qui est général peu importe la source d'alimentation utilisée.

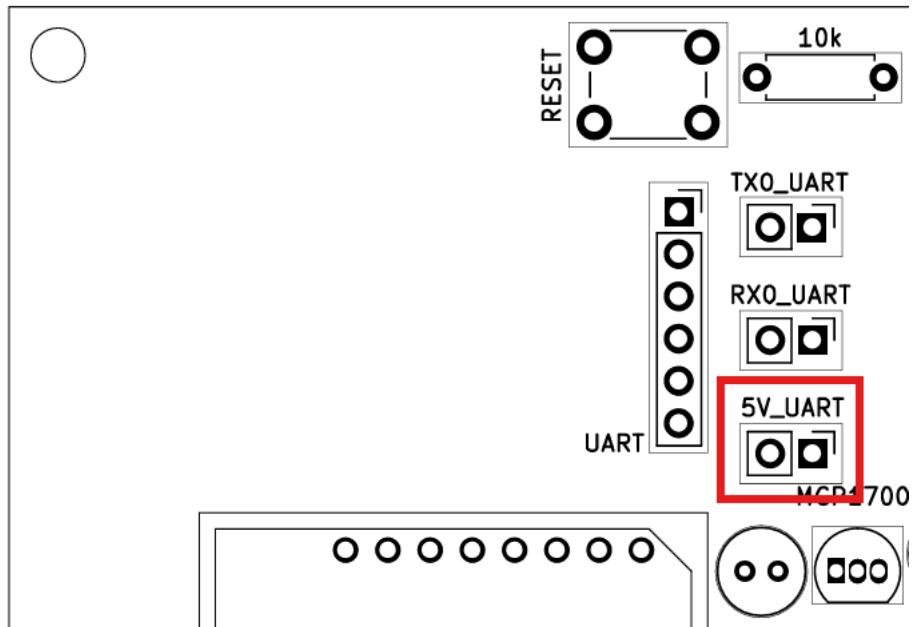


FIGURE 1.1 – Alimentation 5 [V] par le module UART.

Une autre façon d'alimenter le projet est directement d'utiliser l'alimentation 5 [V] du programmeur ISP. Dans ce cas, l'alimentation 5 [V] provient également directement du PC. Pour ce faire, il faut connecter un jumper sur le header **5V\_ISP** correspondant à l'alimentation du programmeur. Lorsque le programmeur ISP est connecté, la LED **ISP\_ON** s'allume.

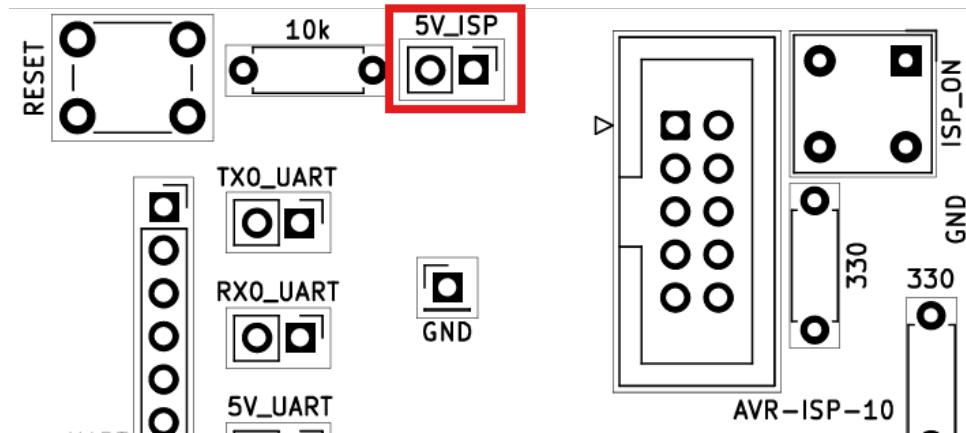


FIGURE 1.2 – Alimentation 5 [V] par le programmeur ISP.

Pour finir, il est également possible d'alimenter la carte en 12 [V] pour générer le 5 [V] à l'aide d'un régulateur linéaire LM7805. Le 12 [V] peut provenir de plusieurs sources. La première source possible est une alimentation stabilisée de laboratoire, il suffit de connecter deux câbles banane à la carte (cadre rouge) en prenant soin de connecter le 12 [V] au connecteur banane de droite (à gauche du connecteur jack DC) et le GND au connecteur banane de droite. La deuxième possibilité est d'utiliser directement un bloc d'alimentation 12 [V] ayant un connecteur jack DC, il suffit de le connecter dans le connecteur femelle noir (cadre bleu). La dernière possibilité est de connecter deux fils au bornier d'alimentation (cadre vert), le fil du 12 [V] à la borne de gauche et le fil de GND à la borne de droite.

La présence de l'alimentation 12 [V] sur la carte peut se vérifier grâce au header +12V (cercle violet). Une fois la tension présente sur la carte, le régulateur linéaire LM7805 peut être alimenté grâce à l'interrupteur à levier bleu. La source d'alimentation 5 [V] peut alors être sélectionnée grâce à la connexion d'un jumper sur le header 5V\_REGU (cadre orange), sa présence peut être vérifiée grâce au header +5V (cercle violet).

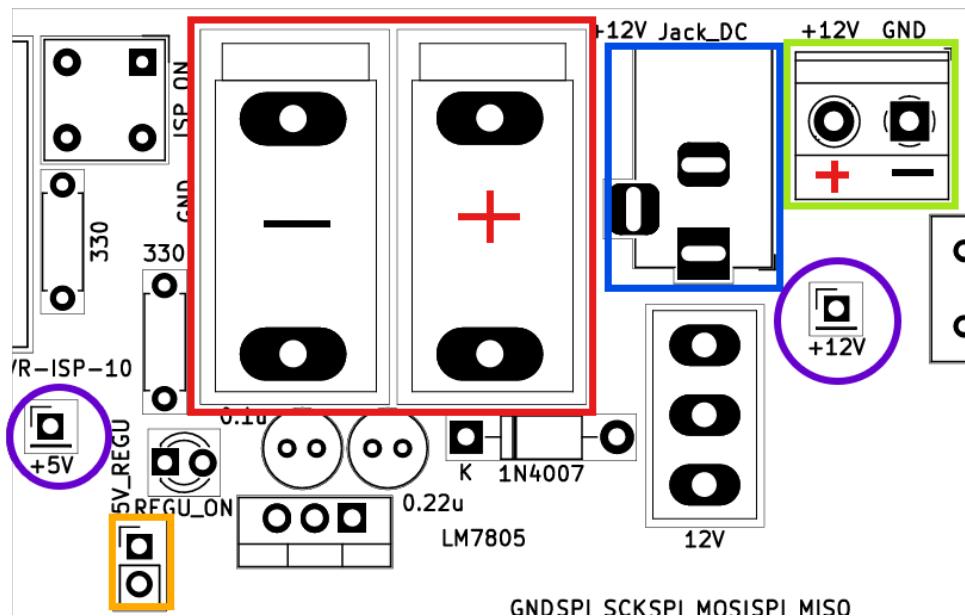


FIGURE 1.3 – Alimentation 5 [V] par alimentation externe.

La LED **REGU** **ON** s'allume lorsque le régulateur linéaire LM7805 est alimenté en 12 [V]. Une attention particulière doit être portée lors de la phase de mise sous tension de la carte, dans un premier temps, il faut veiller à ce qu'il y ait qu'une **seule et unique** source d'alimentation sur la carte pour éviter tout problème d'injection de courant ou de référence de tension. **Un seul jumper** de sélection de 5[V] doit être utilisé et connecté sur la carte. De plus, il est nécessaire de veiller à ne pas inverser les connexions lors de l'utilisation d'une alimentation 12 [V] externe sous risque d'endommager la carte.

L'alimentation en 3,3 [V] de la carte se fait peu importe la source utilisée grâce au MCP17002-3302 ainsi que l'alimentation de 4,096 [V] pour la tension de référence de l'ADC de 10 bits du microcontrôleur grâce au MCP1541.

## 1.2 Clavier à boutons poussoirs

Cinq boutons poussoirs composent le clavier permettant la navigation dans les menus de la machine d'état du software, chaque bouton est relié au debouncer MAX6818 afin de supprimer les rebonds parasites dus à la mécanique des boutons poussoirs.

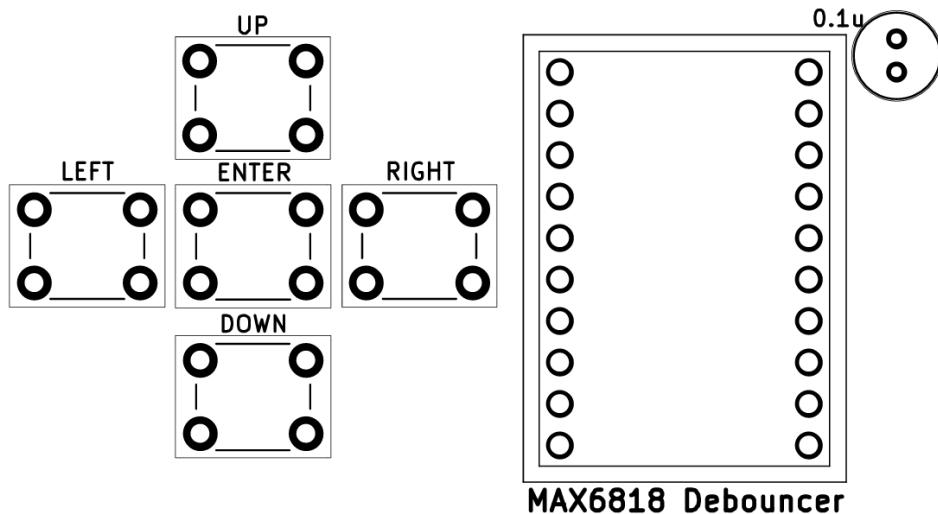


FIGURE 1.4 – Clavier à boutons poussoirs et debouncer.

## 1.3 Relais et PWM

Un relais est également présent sur la carte PIDB, ce dernier est contrôlé à l'aide d'un transistor bipolaire afin d'amplifier le courant de sortie du microcontrôleur pour faire commuter le relais. Le transistor bipolaire (2N2222) est piloté par un signal PWM sortant de la pin 19 du microcontrôleur (**PD5**). Pour contrôler le relais, il est nécessaire de connecter le signal PWM à ce dernier en plaçant un jumper sur les deux pins de droite du header **JP\_PWM** (cadre rouge). Un fusible de 10 [A] ainsi qu'une diode 1N4148 protègent le relais des surtensions et des surintensités.

Dans le cas où l'on ne souhaite pas contrôler le relais, mais l'on souhaite sortir le signal PWM de la carte sur le bornier **J4** (cadre vert), il suffit de placer le jumper sur les deux pins de droite du header **JP\_PWM**. Le signal PWM peut être probé grâce au header **PWM** (cercle violet). Il n'est pas prévu de contrôler simultanément le relais et sortir le signal PWM de la carte.

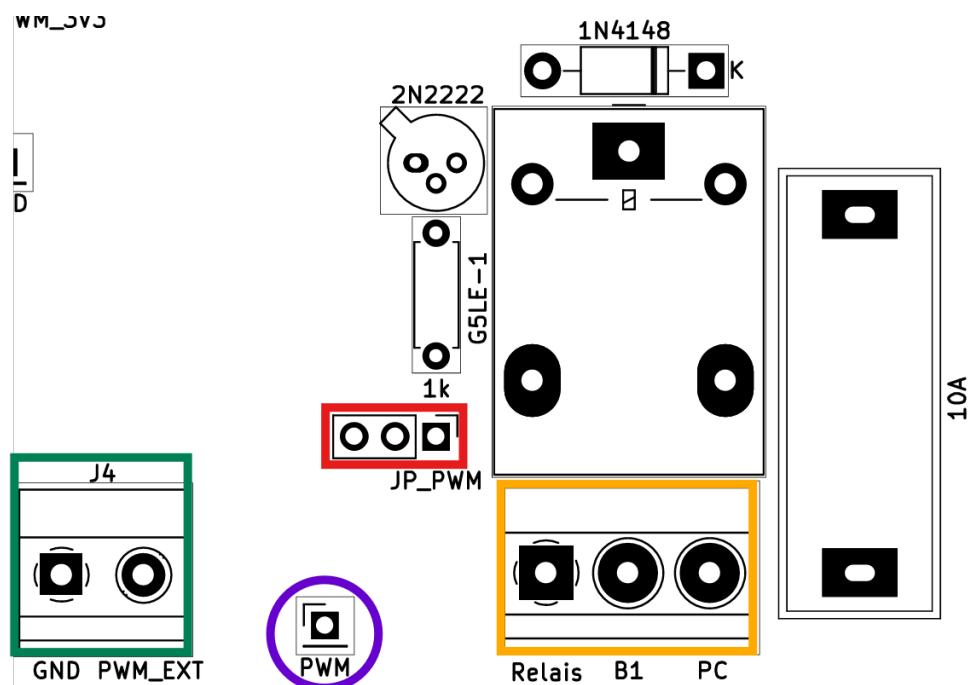


FIGURE 1.5 – Relais et PWM

## Schéma de principe : Modules Mikroelektronika

Sur la carte, quatre modules de chez Mikroelektronika sont présents, l'ADC avec le DAC ainsi que deux modules auxiliaires. Une convention a été fixée avec M. F.Triquet concernant les différentes pins qui doivent être utilisables par module afin de ne pas devoir rajouter un deuxième expander ou changer de microcontrôleur par manque de pins. L'idée est de pouvoir garder une certaine flexibilité sur les modules que l'on peut connecter à la carte.

### Module 1 :

L'ADC doit pouvoir être alimenté en 5 [V], les pins relatives au SPI, I2C et UART1 doivent être disponibles et utilisables.

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	AN	NC	9	PWM	NC
2	RST	NC	10	INT	NC
3	CS	CS_ADC	11	RX	RX_1_ADC
4	SCK	SPI_SCK	12	TX	TX_1_ADC
5	MISO	SPI_MISO	13	SCL	I2C_SCL
6	MOSI	SPI_MOSI	14	SDA	I2C_SDA
7	+3.3V	NC	15	+5V	+5V
8	GND_1	GND	16	GND_2	GND

TABLE 1.1 – Tableau résumé des connexions du module 1

De plus, il est possible de croiser ou non les pins RX (cadre bleu) du microcontrôleur et du module en fonction de si elles sont déjà croisées ou non dans le module. Pour ne pas croiser les pins, il faut placer un jumper sur les deux pins de gauche du header. Dans le cas où l'on souhaite croiser les pins RX, le jumper doit être placé sur les deux pins de droite.

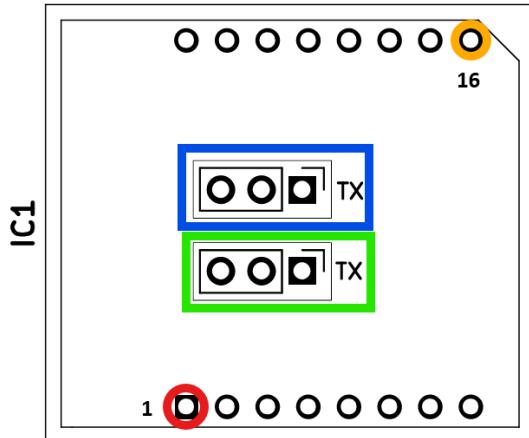


FIGURE 1.6 – Module 1 ou ADC

Tout comme pour le RX, il est possible de croiser ou non les pins TX (cadre vert) du microcontrôleur et du module en fonction de si elles sont déjà croisées ou non dans le module. Pour ne pas croiser les pins, il faut placer un jumper sur les deux pins de droite du header. Dans le cas où l'on souhaite croiser les pins TX, le jumper doit être placé sur les deux pins de gauche.

## Module 2 :

Le DAC doit pouvoir être alimenté en 5 [V], les pins relatives au SPI, I2C, RESET, PWM et interruption doivent être disponibles et utilisables.

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	AN	NC	9	PWM	PWM_DAC
2	RST	RST_DAC	10	INT	INT_DAC
3	CS	CS_DAC	11	RX	NC
4	SCK	SPI_SCK	12	TX	NC
5	MISO	SPI_MISO	13	SCL	I2C_SCL
6	MOSI	SPI_MOSI	14	SDA	I2C_SDA
7	+3.3V	NC	15	+5V	+5V
8	GND_1	GND	16	GND_2	GND

TABLE 1.2 – Tableau résumé des connexions du module 2

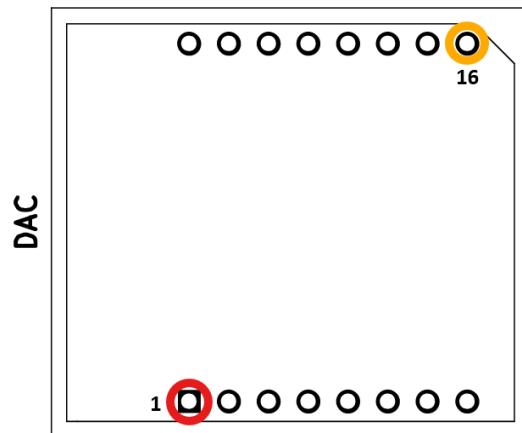


FIGURE 1.7 – Module 2 ou DAC

### Module 3 :

Le premier module auxiliaire doit pouvoir être alimenté en 3.3 [V], les pins relatives au SPI, I2C et UART1 doivent être disponibles et utilisables en 3.3 [V].

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	AN	NC	9	PWM	NC
2	RST	NC	10	INT	NC
3	CS	CS_DEV1_-3V3	11	RX	RX_DEV1_-3V3
4	SCK	SPI_SCK_-3V3	12	TX	TX_DEV1_-3V3
5	MISO	SPI_MISO_-3V3	13	SCL	I2C_SCL_-3V3
6	MOSI	SPI_MOSI_-3V3	14	SDA	I2C_SDA_-3V3
7	+3.3V	+3.3V	15	+5V	NC
8	GND_1	GND	16	GND_2	GND

TABLE 1.3 – Tableau résumé des connexions du module 3

De plus, il est possible de croiser ou non les pins RX (cadre bleu) du microcontrôleur et du module en fonction de si elles sont déjà croisées ou non dans le module. Pour ne pas croiser les pins, il faut placer un jumper sur les deux pins de gauche du header. Dans le cas où l'on souhaite croiser les pins RX, le jumper doit être placé sur les deux pins de droite. L'UART1 dans ce cas fonctionne en 3,3 [V] et est connecté au microcontrôleur par le biais d'un level shifter TXS0108E. Il en est de même pour toutes les autres pins du module

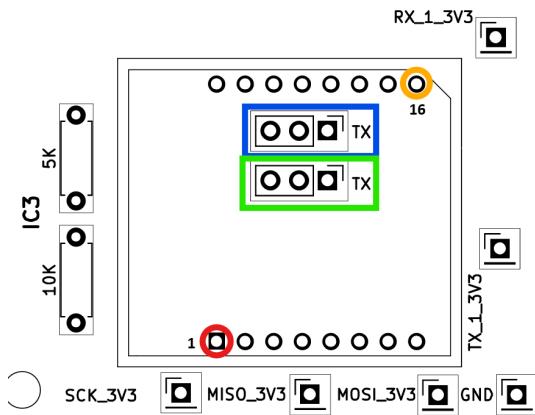


FIGURE 1.8 – Module 3

Tout comme pour le RX, il est possible de croiser ou non les pins TX (cadre vert) du microcontrôleur et du module en fonction de si elles sont déjà croisées ou non dans le module. Pour ne pas croiser les pins, il faut placer un jumper sur les deux pins de droite du header. Dans le cas où l'on souhaite croiser les pins TX, le jumper doit être placé sur les deux pins de gauche. Il est également possible de prober l'UART1 grâce aux

headers **RX\_1\_3V3** et **TX\_1\_3V3**, il en est de même pour le SPI avec les headers **SCK\_3V3**, **MISO\_3V3**, **MOSI\_3V3** et **GND**.

#### Module 4 :

Le deuxième module auxiliaire doit pouvoir être alimenté en 3.3 [V], les pins relatives au SPI, I2C, RESET, PWM et interruption doivent être disponibles et utilisables en 3.3 [V].

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	AN	NC	9	PWM	PWM_- DEV2_3V3
2	RST	CS_DEV2_- 3V3	10	INT	INT_- DEV2_3V3
3	CS	CS_DEV2_- 3V3	11	RX	NC
4	SCK	SPI_SCK_- 3V3	12	TX	NC
5	MISO	SPI_MISO_- 3V3	13	SCL	I2C_SCL_- 3V3
6	MOSI	SPI_MOSI_- 3V3	14	SDA	I2C_SDA_- 3V3
7	+3.3V	+3.3V	15	+5V	NC
8	GND_1	GND	16	GND_2	GND

TABLE 1.4 – Tableau résumé des connexions du module 4

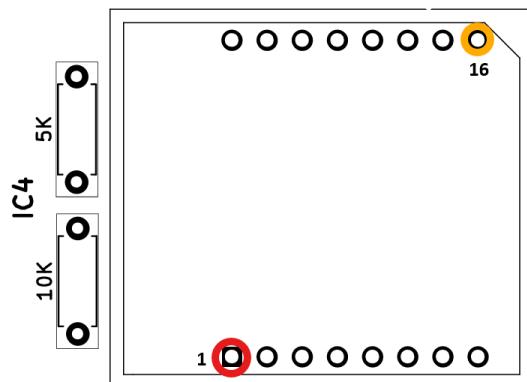


FIGURE 1.9 – Module 4

## 1.4 Level Shifter TXS0108E

Pour ce qui est du level shifter permettant la conversion des signaux 5[V] en 3,3[V] des modules 3 et 4, ce dernier est connecté de la manière suivante :

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	A1	SPI_SCK_- 3V3	11	GND	GND
2	VCCA	+3,3 [V]	12	B8	INT_DEV2
3	A2	SPI_MISO_- 3V3	13	B7	PWM_DAC
4	A3	SPI_MOSI_- 3V3	14	B6	RST_DEV2
5	A4	TX_1_3V3	15	B5	RX_1
6	A5	RX_1_3V3	16	B4	TX_1
7	A6	RST_- DEV2_3V3	17	B3	SPI_MOSI
8	A7	PWM_- DEV2_3V3	18	B2	SPI_MISO
9	A8	INT_- DEV2_3V3	19	VCCB	+5 [V]
10	OE	+3,3 [V]	20	B1	SPI_SCK

TABLE 1.5 – Tableau résumé des connexions du level shifter TXS0108E

Il est possible de prober l'UART1 avec les header **TX\_1** et **RX\_1**. Il en est de même pour l'UART0 avec les header **TX\_0** et **RX\_0**. De plus, il est possible de connecter le PWM au level shifter à l'aide du header **PWM\_3V3**, si l'on souhaite l'avoir en 3,3 [V].

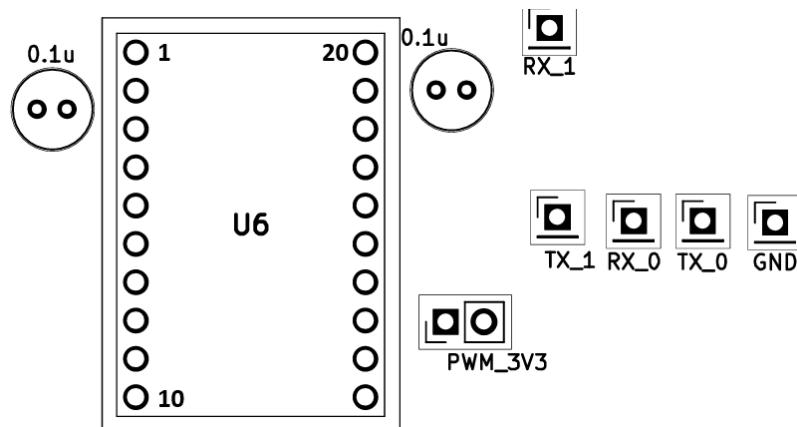


FIGURE 1.10 – Level Shifter TXS0108E

## 1.5 Expander MCP23017

Un expander est également présent sur la carte, ce dernier permet d'augmenter le nombre de GPIOS utilisables. Il est connecté selon le tableau suivant :

Pin du module	Nom de la pin du module	Pin de la carte	Pin du module	Pin du module	Pin de la carte
1	GPB0	GPB0	15	A0	A0_EXP
2	GPB1	GPB1	16	A1	A1_EXP
3	GPB2	GPB2	17	A2	A2_EXP
4	GPB3	GPB3	18	RESET_N	+5[V]
5	GPB4	GPB4	19	INTB	EXP_INT2
6	GPB5	GPB5	20	INTA	EXP_INT1
7	GPB6	GPB6	21	GPA0	LED_AUTO
8	GPB7	GPB7	22	GPA1	LED_MANUAL
9	VDD	+5[V]	23	GPA2	LED_PROCESS_ID
10	VSS	GND	24	GPA3	RST_DEV2
11	NC	NC	25	GPA4	INT_DEV2
12	SCK	I2C_SCL	26	GPA5	RST_DAC
13	SDA	I2C_SDA	27	GPA6	INT_DAC
14	NC	NC	28	GPA7	GPA7

TABLE 1.6 – Tableau résumé des connexions de l'expander MCP23017

L'adresse I2C de l'expander peut être modifiée à l'aide des headers **A0\_EXP**, **A1\_EXP** et **A2\_EXP**. De plus, il est possible de prober les interruptions sur le channel A ou B de l'expander grâce aux headers **EXP\_INT2** et **EXP\_INT1**.

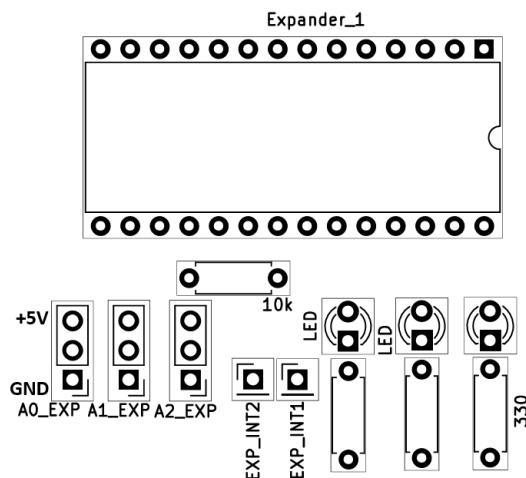


FIGURE 1.11 – Expander MCP23017

Les ports B de l'expander sont disponibles sur les borniers de droite de la carte, le premier bornier en partant du dessus a les connexions suivantes :

<b>Pin du bornier</b>	<b>Signal de l'expander</b>
1	GND
2	GPB3
3	GND
4	GPB2
5	GND
6	GPB1
7	GND
8	GPB0

TABLE 1.7 – Connexion du premier bornier

Le deuxième bornier en partant du dessus a les connexions suivantes :

<b>Pin du bornier</b>	<b>Signal de l'expander</b>
1	GND
2	GPB7
3	GND
4	GPB6
5	GND
6	GPB5
7	GND
8	GPB4

TABLE 1.8 – Connexion du deuxième bornier

Pour finir, le dernier bornier a les connexions suivantes :

<b>Pin du bornier</b>	<b>Signal de l'expander</b>
1	GND
2	ADC Interne Atmega
3	GND
4	GPA7

TABLE 1.9 – Connexion du troisième bornier

## 1.6 UART1 Externe

Pour finir, il est également possible de sortir l'UART1 sur un bornier en y connectant des jumpers aux headers **TX\_1** et **RX\_1**.

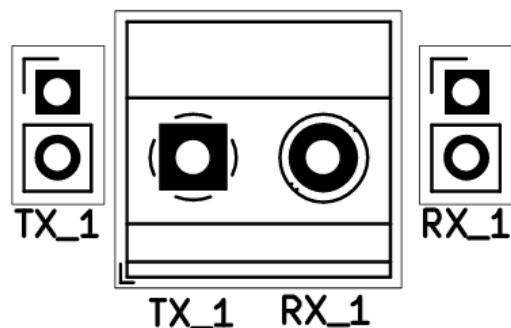


FIGURE 1.12 – Bornier UART1