

Séminaire sur la conception embarquée

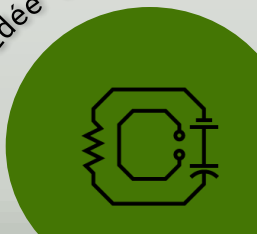
**Comment mettre un MCU
dans vos projets?**

Groupe technique C3I

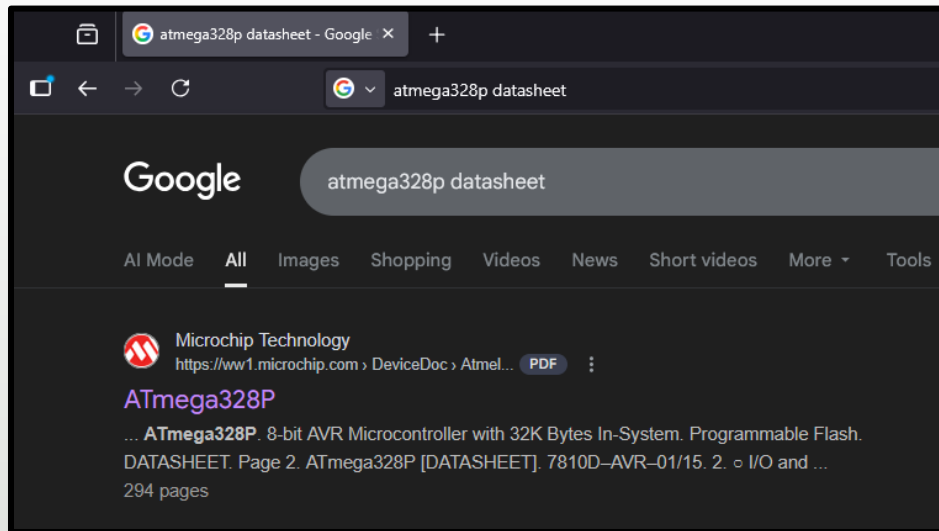
Présentation par : Miriam Caisse

Objectif de la présentation

- Comprendre comment intégrer un MCU (microcontrôleur) dans vos projets (spécifiquement atmega328P, mais applicable pour tous)
- Connaître à quoi devez-vous penser
- Savoir comment naviguer une datasheet de MCU et quelles informations sont indispensables



Avant de commencer...



<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061B.pdf>

La datasheet!

Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Assignation des
broches

4

Boîtier

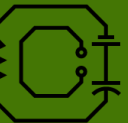
5

Période de
questions

Les caractéristiques électriques

Permettent d'obtenir les informations électriques de l'opération du système :

- quelle marge de tension d'alimentation on peut avoir? Qu'est-ce que cela affecte?
- Quelles sont les consommations de courant ?
- Quel est le courant de sortie limite des broches?
- Comment devrait-on découpler le système (condensateurs!)



La tension (V)

- Le maximum absolu -> risque de bris si on dépasse!

| Parameters | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Maximum operating voltage | | 6.0 | | V |

- Les caractéristiques DC

Quelles seront les limites d'opération du système en fonction de la tension d'alimentation?

28.2 DC Characteristics

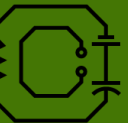
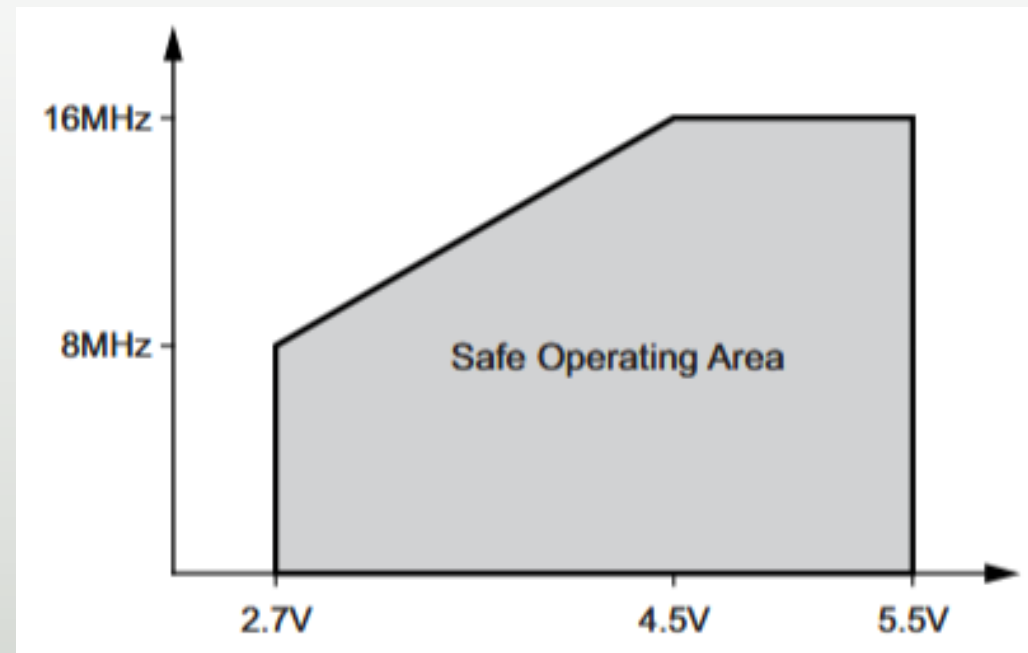
$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V (unless otherwise noted)

| Parameter | Condition | Symbol | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|---|-----------|-------------------|------|-------------------|------|
| Input low voltage, except XTAL1 and RESET pin | $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V | V_{IL} | -0.5 | | $0.3V_{CC}^{(1)}$ | V |
| Input high voltage, except XTAL1 and RESET pins | $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V | V_{IH} | $0.6V_{CC}^{(2)}$ | | $V_{CC} + 0.5$ | V |
| Input low voltage, XTAL1 pin | $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V | V_{IL1} | -0.5 | | $0.1V_{CC}^{(1)}$ | V |
| Input high voltage, XTAL1 pin | $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V | V_{IH1} | $0.7V_{CC}^{(2)}$ | | $V_{CC} + 0.5$ | V |



La tension (V)

La fréquence d'opération maximale (avec l'horloge interne) de l'Atmega328P dépend de la tension :



Le courant (I)

■ Consommation de courant du microcontrôleur

28.3 DC Characteristics

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V (unless otherwise noted)

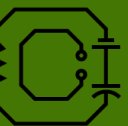
| Parameter | Condition | Symbol | Min. | Typ. ⁽²⁾ | Max. | Units |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|------|---------------------|------|---------------|
| Power supply current ⁽¹⁾ | Active 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ | I_{CC} | | 1.5 | 2.4 | mA |
| | Active 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | 5.2 | 10 | mA |
| | Active 16MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | 9.2 | 14 | mA |
| | Idle 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ | | | 0.25 | 0.6 | mA |
| | Idle 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | 1.0 | 1.6 | mA |
| | Idle 16MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | 1.9 | 2.8 | mA |
| Power-down mode ⁽³⁾ | WDT enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$ | | | | 44 | μA |
| | WDT enabled, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | | 66 | μA |
| | WDT disabled, $V_{CC} = 3\text{V}$ | | | | 40 | μA |
| | WDT disabled, $V_{CC} = 5\text{V}$ | | | | 60 | μA |



Il y a aussi des graphiques décrivant la consommation en fonction de différents facteurs!

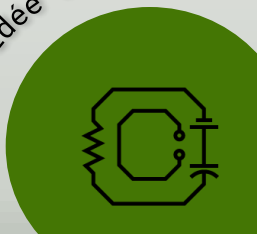
■ Limite de courant des entrées/sorties (absolute max)

| Parameters | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|----------------------------------|------|-------|------|------|
| DC current per I/O pin | | 40.0 | | mA |
| DC current V_{CC} and GND pins | | 200.0 | | mA |



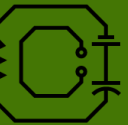
Le découplage

- Au moins un condensateur par broche d'alimentation
- Plusieurs MCU donnent des valeurs recommandées – pas Atmel ☹
 - Sinon, on y va au moins par gros bon sens : normalement, des valeurs plus petites (100 nF / 0.1 uF) près des broches d'alimentation du microcontrôleur, et une valeur plus élevée (10-22 uF) près de l'entrée d'alimentation du board)
- Vous pouvez aussi aller voir des références. Ex: Arduino uno!
 - <https://docs.arduino.cc/resources/schematics/A000066-schematics.pdf>



La protection du système

Allez voir la présentation de Pascal-Emmanuel le mardi 28 octobre pour en apprendre plus ;)



Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Assignation des
broches

4

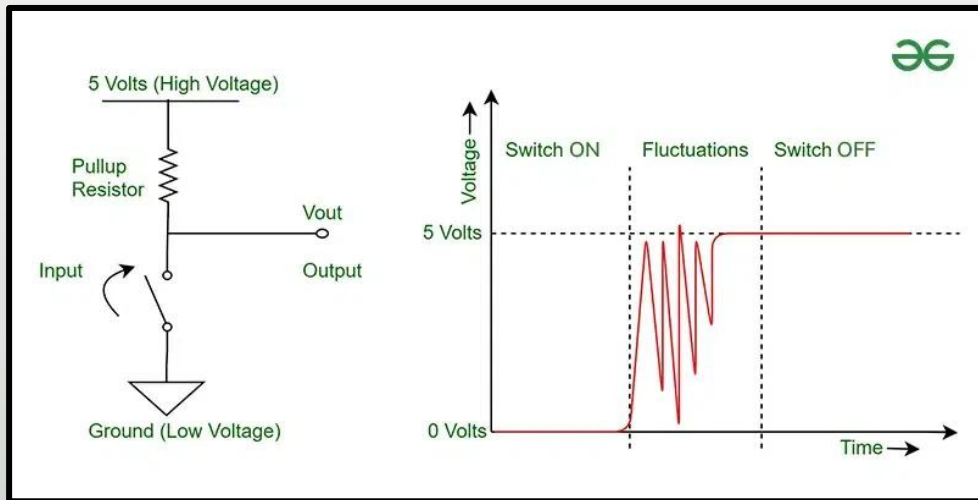
Boîtier

5

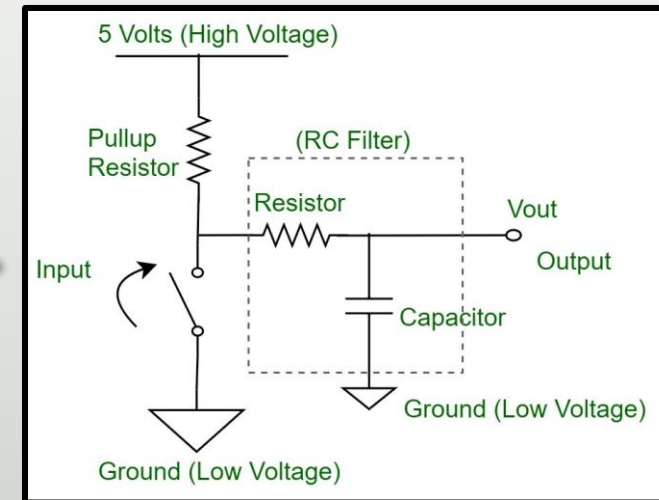
Période de
questions

La broche RESET

- Tous les microcontrôleurs ont une broche RESET (ou RESET)
 - RESET -> Une tension « HIGH » effectue le reset
 - RESET -> Une tension « LOW » effectue le reset
- Il est important d'avoir un debouncing!

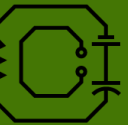
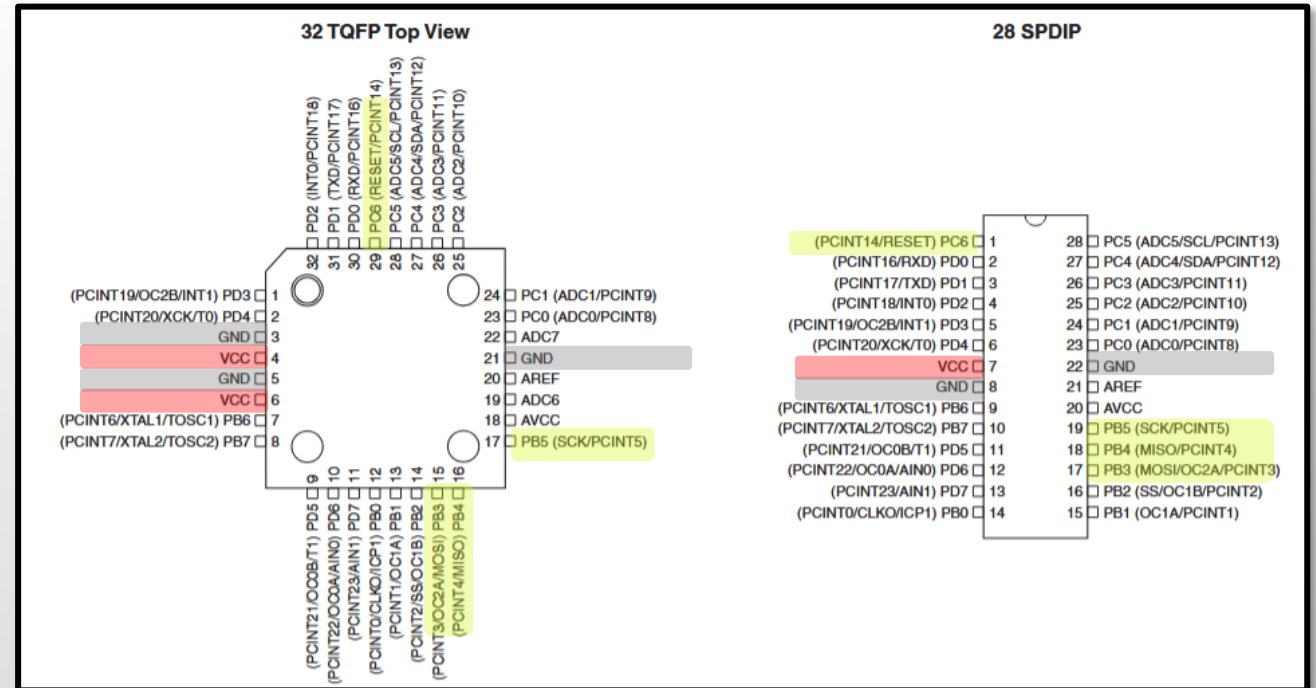


Source des images



Protocole de programmation (Atmega328P)

- Protocole SPI
- Pour programmer, on a besoin de :
 - VCC (souvent 5V)
 - GND (même ref)
 - MOSI
 - MISO
 - SS
 - SCK



Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

**Assignation des
broches**

4

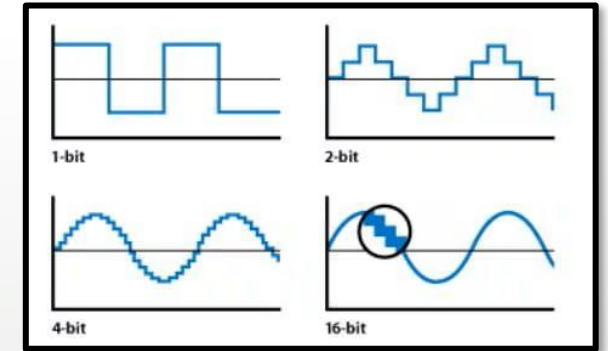
Boîtier

5

Période de
questions

Types de broches

- Numérique (0 ou 1)
- Analogique
 - Dépend de l'ADC : 10 bits pour atmega328P
 - + de bits = + de précision (& + courant, + tps)
- Protocoles de communication
- Broches d'interruption



Protocoles de communication

Sur Atmega328P :

- UART
 - Protocole 2 fils (TX et RX)
- SPI
 - Protocole à 4 fils (MOSI, MISO, CLK, CS)
 - même que pour programmer l'Atmega !
- I2C (2-Wire serial interface)
 - Protocole à 2 fils (SDA, SCL)

Il y a beaucoup d'autres protocoles, allez au séminaire de Jacob pour plus d'info!



Nombre d'I/O nécessaires et disponibles

- Dans la section « Pin Configuration »
- Certaines broches peuvent avoir plusieurs fonctions
 - Les ADC peuvent être utilisés en I/O
 - Les protocoles de communication sont optionnels, sinon ils peuvent avoir les fonctions de la broche typique
- Il vous manque d'I/O? Allez voir des alternatives!
 - Matrice de DELs ($8 \times 8 = 64$ DELs sur 16 broches, ou moins avec un contrôleur)
 - Circuit intégré « I/O expander »



Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Assignation des
broches

4

Boîtier

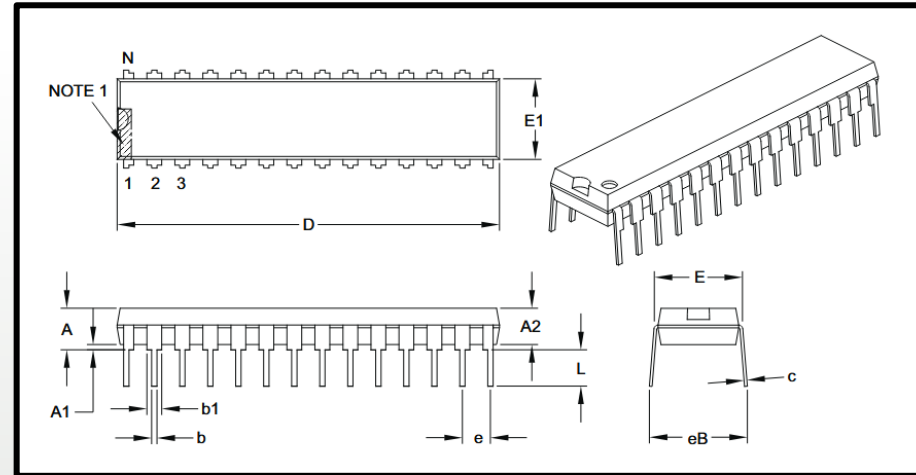
5

Période de
questions

Package (boîtier)

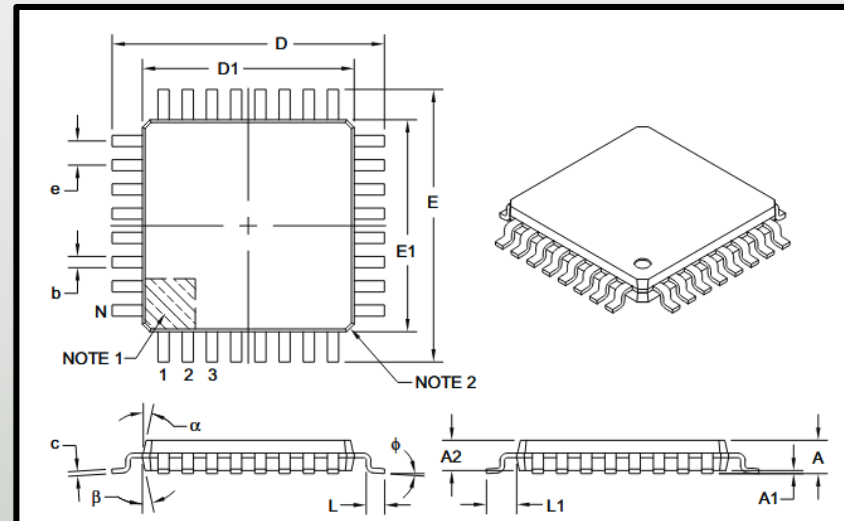
- Version THT :

- DIP28



- Version SMD
(recommandée)

- TQFP 32



Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Assignation des
broches

4

Boîtier

5

**Période de
questions**

Période de questions

