



Savoir-faire : programmer le système de gestion d'une chaîne d'énergie.

Problématique : la consommation et la demande en énergie électrique ne cessent d'évoluer et de croître. Tandis que des applications comme le chauffage et la climatisation continuent leur expansion, de nouveaux systèmes et de nouvelles applications comme les véhicules électriques commencent à se répandre. Parallèlement, l'exploitation des énergies renouvelables (éolienne, solaire, marine...) se développe elle aussi, impactant les réseaux de production et de distribution électrique. Pour réaliser la nécessaire adéquation entre l'offre et la demande en énergie électrique, les réseaux doivent pouvoir échanger et gérer les données de production et de consommation (d'où la notion de réseau intelligent, alias *smart grid*, figure 1). Aussi les maillons du réseau doivent-ils être équipés de capteurs de courant (indicateurs de la production et de la consommation) et de systèmes de communication.

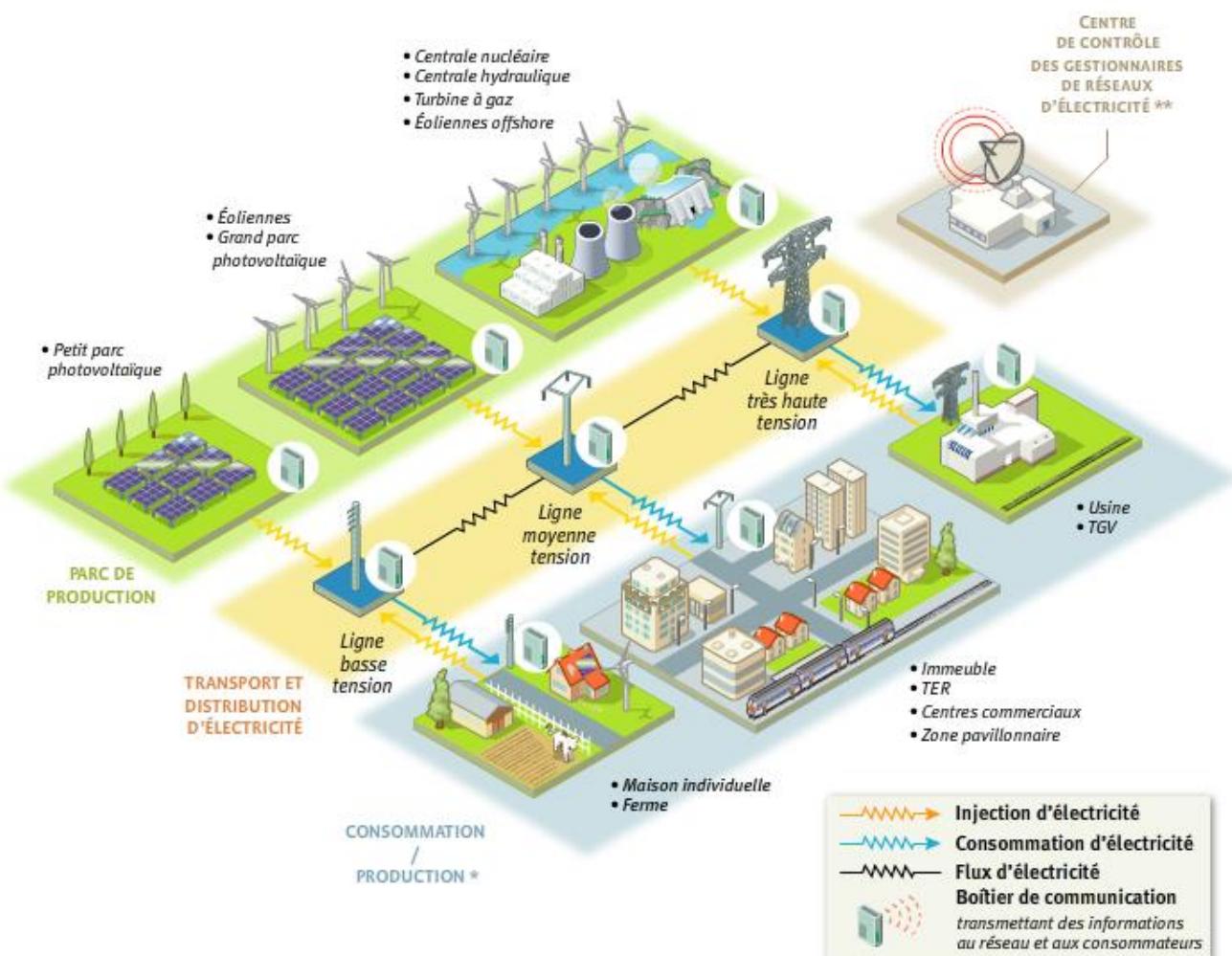


Figure 1 : réseau intelligent ou smart grid

L'activité consiste à mettre en œuvre un capteur de courant afin de mesurer la consommation électrique d'un appareil fonctionnant sur le réseau électrique et de transmettre cette information à l'utilisateur.



1. Mesurer le courant

La première partie consiste à valider le module de mesure de courant.

La mesure de courant s'effectue à l'aide d'un transformateur de courant.

Q1 : À l'aide de la documentation sur les capteurs pour la mesure de courant, **indiquer** quels paramètres ont permis de choisir un transformateur de courant pour effectuer la mesure.



Figure 2 : module de mesure du courant

Le module utilisé pour mesurer le courant alternatif d'un conducteur est constitué d'un transformateur de courant à travers lequel passe le conducteur. Le signal alternatif est converti en un signal de petite amplitude. Le courant alternatif est converti en tension à l'aide de deux résistances. Le convertisseur analogique numérique de l'ESP32 permet d'acquérir numériquement la valeur du signal.

Q2 : À partir de la documentation technique DT1 sur le module de courant et la documentation technique DT2 sur le CAN de l'ESP32, **compléter** le diagramme de blocs interne de la chaîne d'acquisition du courant en indiquant le type de signaux présents en entrée et en sortie de chaque bloc ainsi que la plage des valeurs possibles.

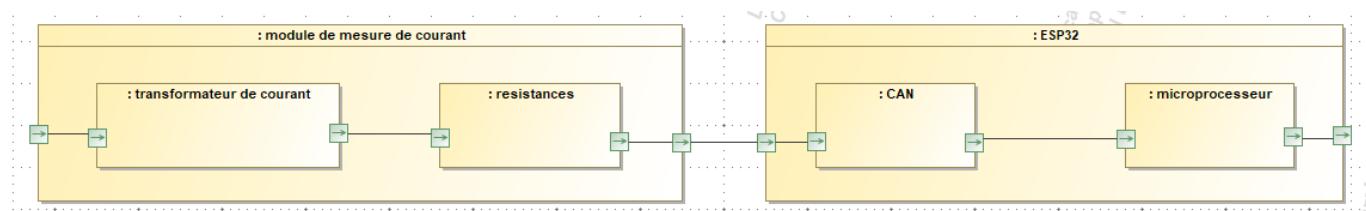


Figure 3 : diagramme des blocs internes de la chaîne d'acquisition

Q3 : En prenant en compte les gammes de valeurs du diagramme précédent, calculer la valeur minimum du courant qui pourra être mesurée.

Q4 : À l'aide du schéma ci-contre, expliquer comment se fait la conversion courant tension (bloc résistances de l'IBD ci-dessus) et vérifier par le calcul le rapport entre courant et tension.

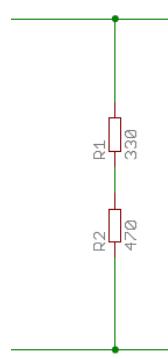


Figure 4 : bloc résistances



2. Lire la valeur du courant

La deuxième partie consiste à lire la valeur du courant et de la mettre à disposition à l'utilisateur.

☛ Relier le module de courant sur une des entrées CAN de l'ESP32.

☛ Tester le programme ci-dessous afin de valider le fonctionnement du module du courant (programme qui affiche la valeur issue du CAN).

```
from machine import Pin, ADC
import time

# Creation d'un objet ADC lié à la broche 36
adc = ADC(Pin(36, Pin.IN))
# pleine échelle de 3,3V
adc.atten(ADC.ATTN_11DB)

# boucle infinie
while True:
    val_adc = adc.read() # lecture du convertisseur
    val_courant = val_adc # calcul du courant à compléter
    time.sleep_ms(1) # attendre avant de relire une autre valeur
    print(f'La valeur du convertisseur est {val_adc}')
```

Q5 : Compléter la ligne ci-dessous, issue du programme, afin que la variable **val_courant** donne la valeur du courant mesuré.

val_courant = val_max

Q6 : Vérifier la valeur obtenue par une mesure et modifier le programme ci-besoin pour qu'il affiche la valeur efficace du courant (l'affichage doit s'effectuer après un certain nombre de mesures afin d'avoir la valeur efficace).

Pour permettre au microcontrôleur de réaliser des tâches autres que la mesure du courant, il est judicieux de réaliser la mesure de courant que lors de l'appui sur un bouton poussoir.

☛ Rajouter un bouton poussoir.

Lors de l'appui sur le bouton poussoir, ce dernier doit déclencher une mesure de courant. Pour cela, le bouton poussoir doit déclencher une interruption au niveau du microcontrôleur (voir le document sur les interruptions).

Q7 : Modifier le programme en conséquence.



Documentation technique DT1 – Module de courant

Le module de capteur de courant est basé sur le transformateur de courant TA12-200 qui peut transformer un courant alternatif en petite amplitude. Il peut être utilisé pour mesurer un courant alternatif jusqu'à 5A.

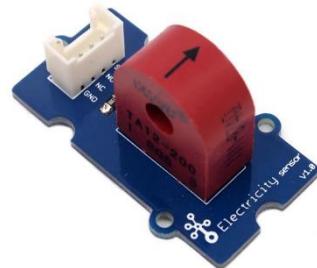


Figure 5 : module de mesure du courant

Items	Min	Norm	Max	Unit
Transformation ratio	-	2000:1	-	-
Input Current	0	-	5	A
Output Current	0	-	2.5	mA
Sampling Resistance	-	800	-	Ω
Sampling Voltage	0	-	2	V
Working Frequency	20	-	20K	Hz
Nonlinear scale	-	-	0.2%	-
Phase Shift	-	-	5'	-
Operating Temperature	-55	-	85	°C
Dielectric strength	-	6	-	KVAC/1min

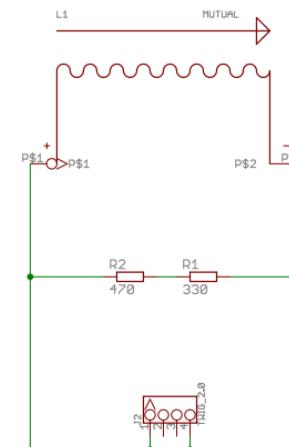


Figure 6 : schéma du module de mesure du courant

Documentation technique DT2 – CAN de l'ESP32

L'ESP32 intègre deux convertisseurs analogiques numériques de 12 bits. Ces convertisseurs prennent en charge les signaux de 18 broches.

Pour la conversion, la tension de référence est la tension VDD, soit 3,3V.

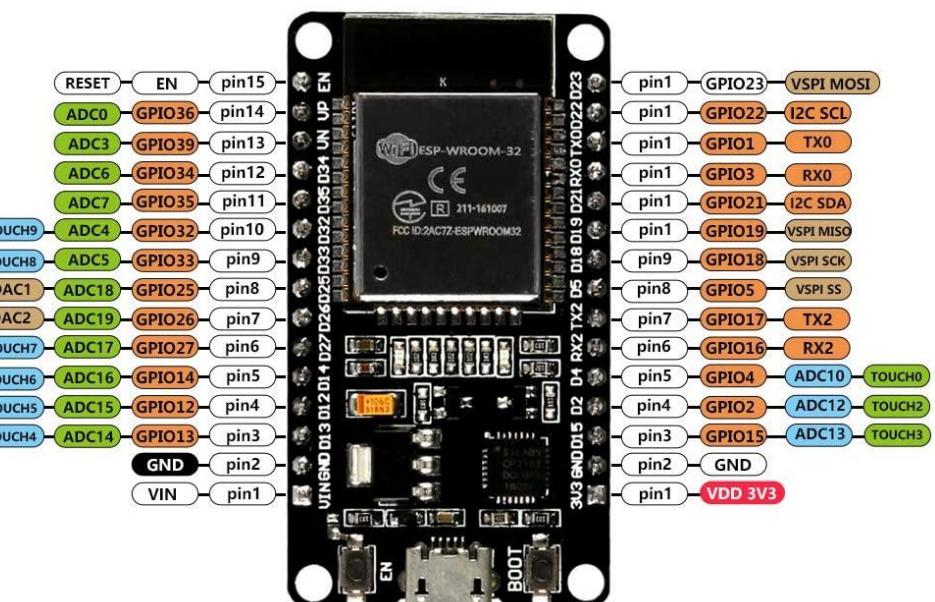


Figure 7 : brochage de l'ESP32