

# prototypage d'un compteur d'énergie basé sur l'ESP32



Figure 1. Rendu test de l'aspect de notre compteur d'énergie monophasé.

Saad Imtiaz (Elektor)

Cet article décrit la conception d'un compteur d'énergie basé sur un ESP32 d'Espressif, en mettant l'accent sur la surveillance de la consommation d'énergie en temps réel et sur la sécurité. Il met en lumière les étapes initiales, les exigences et les considérations qui interviennent lors de la réalisation d'un projet embarqué. Au fur et à mesure de l'avancement du projet, les réalisations futures seront partagées dans les prochaines éditions du magazine Elektor.

Dans le domaine de l'ingénierie, le recours aux bonnes technologies peut conduire à des avancées significatives. Ce projet vise à concevoir un compteur d'énergie en utilisant le microcontrôleur ESP32 d'Espressif et le circuit intégré de mesure d'énergie ATM90E32AS de Microchip. Dans cet article, nous décrivons brièvement le lancement de ce projet, de la sélection des composants au prototypage. L'objectif est simple : créer un système fiable de mesure précise de l'énergie à partir du tableau électrique principal de votre maison ou de votre labo. Ce compteur permettra aux utilisateurs de suivre leur consommation d'énergie en temps réel, offrant des informations qui peuvent conduire à une utilisation plus efficace de l'énergie.

## Conception et exigences

Le projet est caractérisé par des objectifs et des exigences de conception clairs : surveiller en temps réel la puissance monophasée avec trois transformateurs de courant (TC), être abordable et facile d'utilisation. Le choix des composants ESP32 et ATM90E32AS IC a été guidé par ces objectifs, offrant à la fois un bon rapport coût-efficacité et des performances fiables. Un autre objectif était de maintenir des dimensions inférieures à 100×80×30 mm (L×l×h) afin de s'assurer qu'il puisse être logé dans un boîtier de disjoncteur. Pour améliorer la convivialité, nous avons également prévu une interface mobile pour la surveillance à distance, ainsi qu'un écran OLED avec des boutons pour l'interaction directe. Le projet permet également des mises à jour logicielles futures, garantissant une utilité à long terme pour le consommateur. La **figure 1** présente le rendu du prototype actuel de l'enceinte.

## Choix du microcontrôleur

Le choix du microcontrôleur ESP32 a été fondé sur une analyse détaillée de ses capacités. Cette puce excelle dans plusieurs domaines essentiels à la réussite de ce projet. Tout d'abord, sa facilité d'intégration

dans différents types de circuits donne une flexibilité au cours de la phase de développement. Deuxièmement, son rapport coût-efficacité en fait un choix intéressant pour un prototype qui vise à concilier performance et budget. Troisièmement, la compatibilité avec une large gamme de capteurs et de circuits intégrés offre des avantages significatifs. Enfin, le soutien étendu de la communauté pour la puce ESP32 renforce son adéquation à ce projet. La **figure 2** met en évidence les principales caractéristiques et les avantages de l'ESP32-D0WD-V3 qui ont conduit à sa sélection pour ce projet.

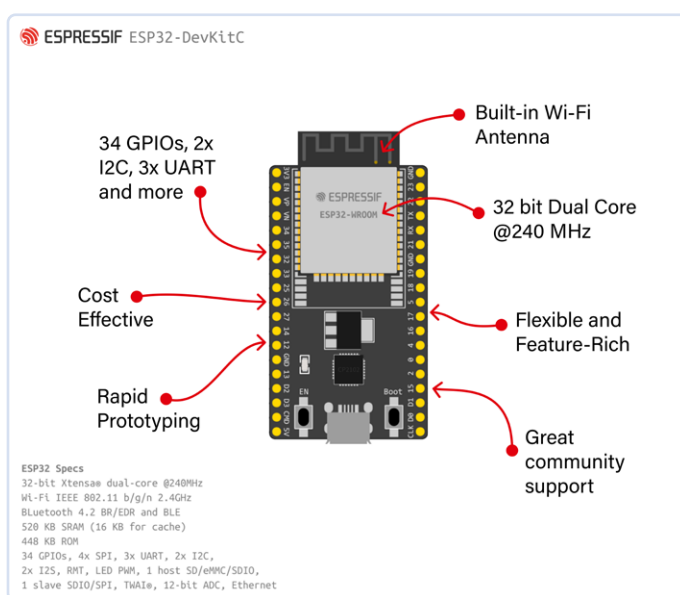


Figure 2. Principales caractéristiques et avantages de l'ESP32.

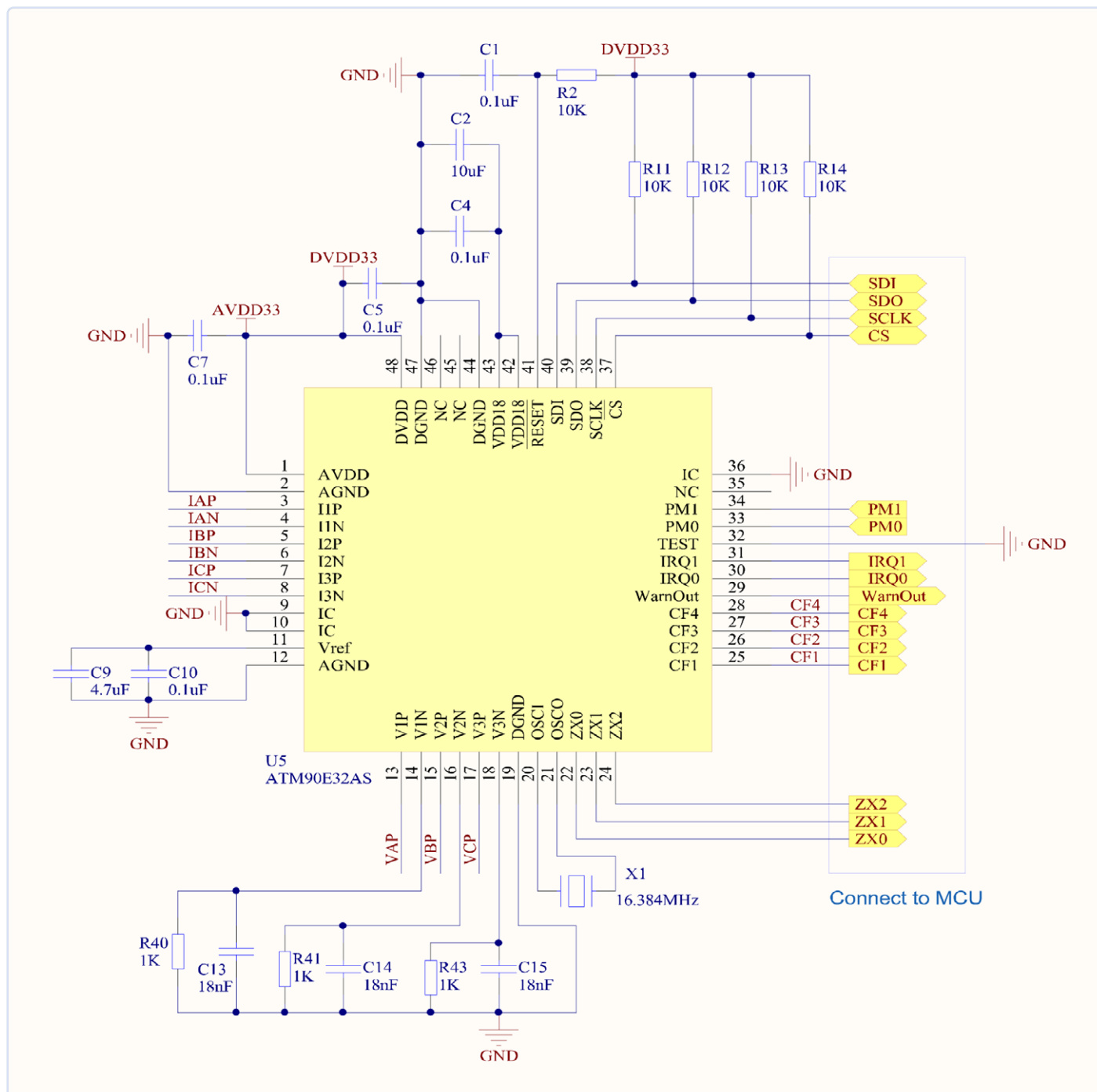


Figure 3. Le compteur d'énergie est basé sur une note d'application d'Atmel [2]. Ici, vous pouvez voir le circuit autour du CI de compteur.

## Intégration des CI de compteur

Nous avons intégré le circuit intégré ATM90E32AS IC de Microchip conformément à la note d'application du fabricant ; ce document a servi de pierre angulaire pour garantir que le circuit intégré de mesure de l'énergie communiquait de manière transparente avec le microcontrôleur ESP32. Toutefois, cette phase n'a pas été exempte de difficultés. L'acquisition des bons composants dans le respect des contraintes budgétaires a nécessité une planification rigoureuse, compte tenu des contraintes de disponibilité. La **figure 3** présente la note d'application fournie par Atmel (aujourd'hui Microchip).

## Phase de conception et normes de sécurité électrique

La phase de conception est en effet une partie essentielle du processus de fabrication, en particulier lorsque la sécurité est un facteur essentiel.

Dans un appareil conçu pour interagir avec les tensions alternatives du secteur, il convient d'accorder une attention méticuleuse à la conformité avec les normes de sécurité établies. La **figure 4** présente le schéma fonctionnel du projet.

Pour garantir la sécurité, nous avons intégré plusieurs composants électriques dédiés dans le circuit de l'appareil. Nous avons utilisé des varistances à oxyde métallique (MOV) pour supprimer les tensions transitoires afin de protéger les circuits contre les pics de tension. En outre, nous avons inclus des fusibles afin d'assurer une sécurité absolue contre les surintensités.

Au-delà de la sélection des composants, nous nous sommes également concentrés sur des considérations de disposition qui respectent les normes de sécurité. Nous avons respecté des lignes de fuite et les distances d'isolement adéquates entre les éléments conducteurs

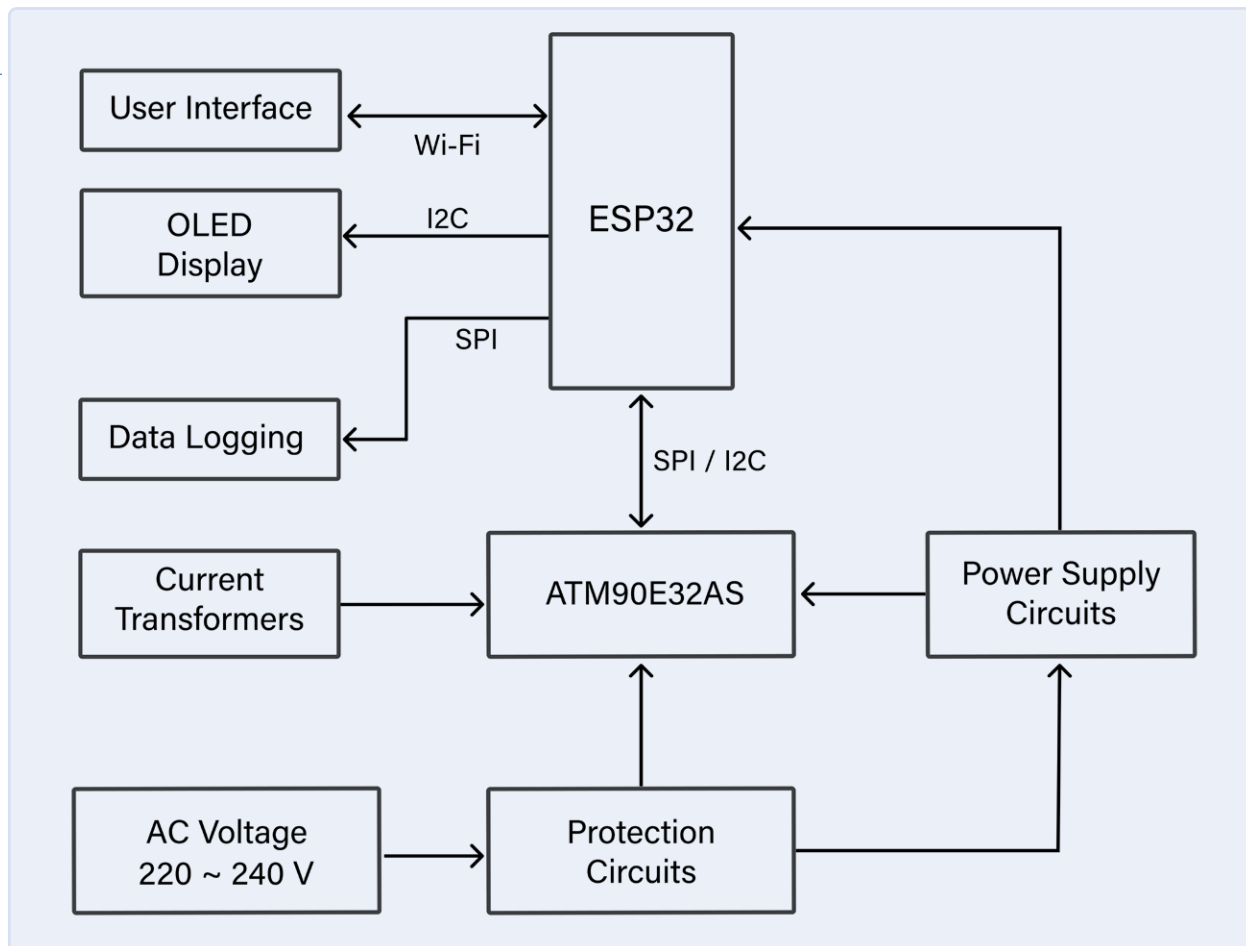


Figure 4. Schéma de principe de notre projet de compteur d'énergie.

sur le circuit imprimé afin d'éviter les arcs électriques. Nous avons calculé avec soin la largeur des lignes de courant alternatif pour tenir compte des valeurs nominales de courant, conformément aux normes IPC-2221 [1]. Cet aspect était essentiel pour garantir les performances thermiques de la carte dans des conditions de pleine charge. Nous avons utilisé un plan de masse solide pour garantir la mise à la masse. Nous avons accordé une attention particulière à la conception des paires différentielles pour assurer l'intégrité des signaux, en veillant à ce que le routage suive une géométrie précise afin de minimiser les interférences électromagnétiques.

## Choix du fabricant : JLC PCB

Après avoir consulté plusieurs services d'assemblage de circuits imprimés, nous avons choisi JLC PCB. La raison principale était l'équilibre entre la rentabilité et la fiabilité offertes par ce service. Cette décision était importante pour maintenir le projet dans les limites du budget sans compromettre la qualité de la carte assemblée. Le schéma du prototype et la conception des circuits imprimés sont en cours de finalisation et seront bientôt prêts pour la production.

## Réflexion sur le voyage et regard vers l'avenir

Rétrospectivement, ce projet montre les résultats que l'on peut obtenir lorsqu'une planification minutieuse est associée à une bonne conception technique. Les obstacles que nous avons rencontrés nous ont aidés à améliorer notre projet. Alors que nous passons de la fabrication d'un prototype à une éventuelle production en série, nous espérons que ce projet fera une réelle différence dans la façon dont les gens gèrent l'énergie. Ce projet sera détaillé dans les prochaines éditions

de ce magazine – nous sommes encore en train de fabriquer le prototype, de le tester et de travailler sur le logiciel. Il y a encore beaucoup à faire, alors restez à l'écoute pour des mises à jour sur ce projet. Nous approcherons de l'achèvement et partagerons les mises à jour dans l'édition de janvier/février 2024 d'Elektor, qui sera consacrée au thème « alimentations et énergie ». ◀

230646-04

## Questions ou commentaires ?

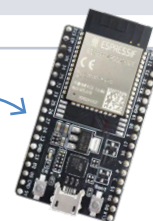
Contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).



## Produits

> **ESP32-DevKitC-32E**  
[www.elektor.fr/20518](http://www.elektor.fr/20518)

> **ESP32-C3-DevKitM-1**  
[www.elektor.fr/20324](http://www.elektor.fr/20324)



## LIENS

[1] Normes IPC-2221A : [https://www-eng.lbl.gov/~shuman/NEXT/CURRENT\\_DESIGN/TP/MATERIALS/IPC-2221A\(L\).pdf](https://www-eng.lbl.gov/~shuman/NEXT/CURRENT_DESIGN/TP/MATERIALS/IPC-2221A(L).pdf)

[2] Note d'application ATM90E32AS :  
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/Appnotes/Atmel-46103-SE-M90E32AS-ApplicationNote.pdf>