

Prototype van een ESP32-gebaseerde energiemeter



Figuur 1. Zo zou onze enkelfasige energiemeter eruit kunnen zien.

Saad Imtiaz (Elektor)

Dit artikel beschrijft de ontwikkeling van een energiemeter met behulp van een Espressif ESP32, waarbij de nadruk ligt op het observeren van het energieverbruik in real-time en op de veiligheid. Het belicht de eerste stappen, voorwaarden en overwegingen die plaatsvinden wanneer je aan een embedded project begint.

Naarmate het project vordert, zullen de resultaten worden gedeeld in de komende uitgaven van Elektor.

Op het gebied van techniek kan het combineren van de juiste technologieën tot aanzienlijke vooruitgang leiden. Dit project heeft als doel een energiemeter te ontwikkelen met behulp van de Espressif ESP32 microcontroller en Microchip's energiemeter-IC ATM90E32AS. In dit artikel wordt het beginstadium van dit project kort beschreven, van componentkeuze tot prototyping. Het doel is eenvoudig: het maken van een betrouwbaar systeem voor nauwkeurige energiemeting vanuit de groepenkast van je huis of werkplaats. Met deze meter kunnen gebruikers het stroomverbruik in realtime volgen en een inzicht krijgen dat kan leiden tot een efficiënter energiegebruik.

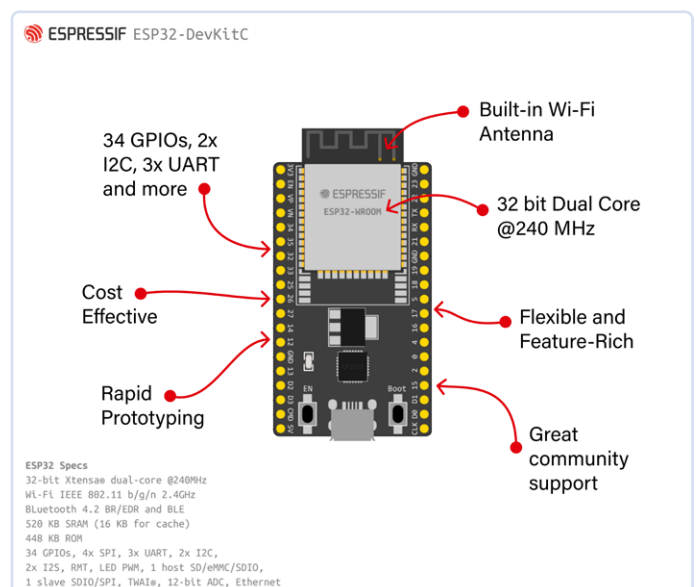
Ontwerp en voorwaarden

Het project heeft duidelijke doelen en ontwerpvoorwaarden: real-time monitoren van enkelfasig vermogen met behulp van drie stroomtransformatoren (CT's), het betaalbaar houden en het gebruiksvriendelijk maken. De keuze voor de ESP32 en ATM90E32AS IC-componenten werd bepaald door deze doelstellingen, die zowel een goede prijs-kwaliteitverhouding als betrouwbare prestaties bieden. Een ander doel was om de afmetingen kleiner dan 100×80×30 mm (L×B×H) te houden, zodat het in een groepenkast past. Om de gebruikerservaring te verbeteren, is er ook een mobiele interface voor monitoring op afstand en een OLED-scherm met knoppen voor directe bediening. Het ontwerp maakt ook toekomstige software-updates mogelijk, zodat de consument verzekerd is van langdurig gebruik. In **figuur 1** is een gerenderde weergave van het huidige prototype van de behuizing te zien.

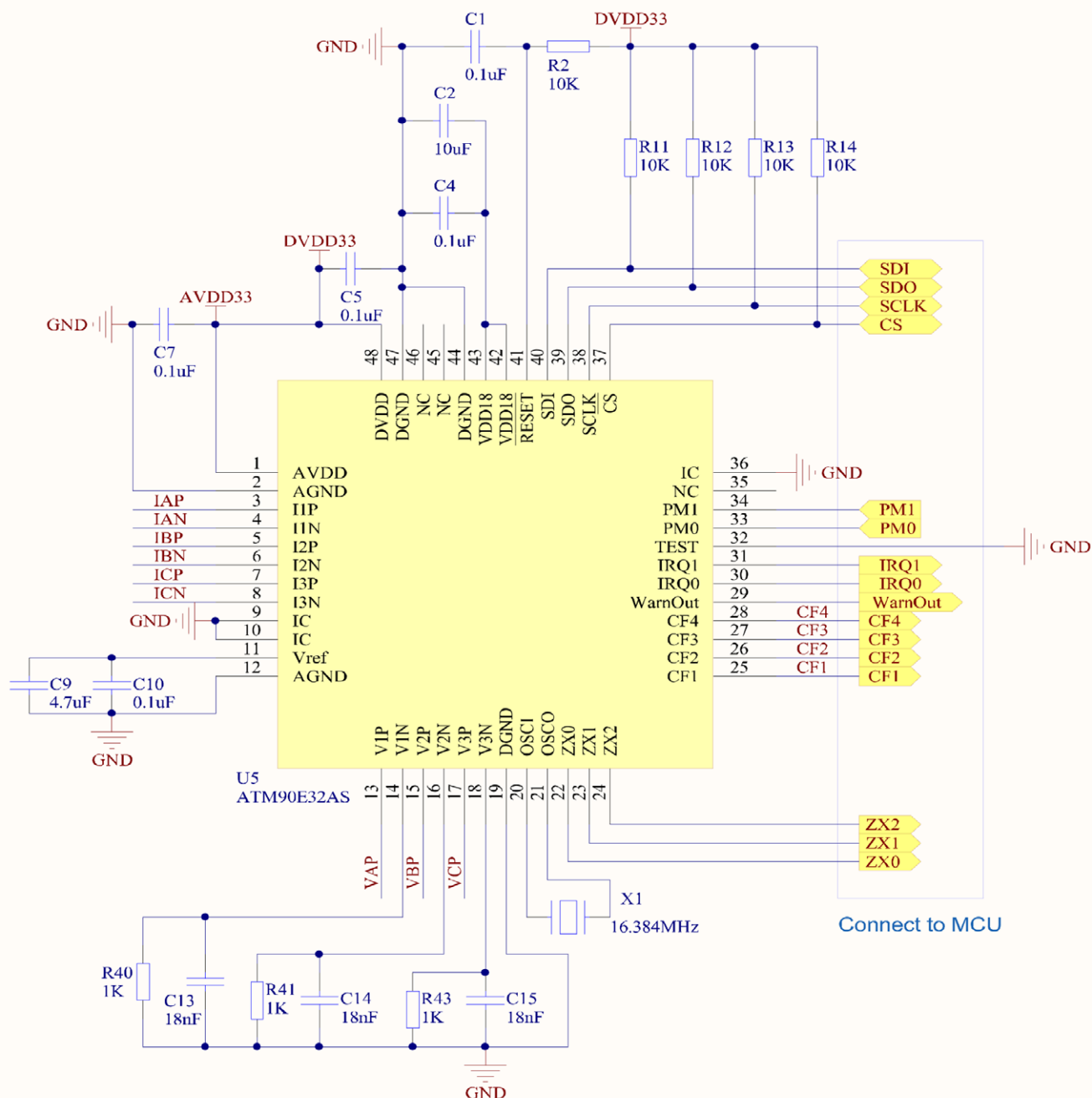
Keuze microcontroller

De keuze voor de ESP32-microcontroller was gebaseerd op een gedetailleerde evaluatie van zijn functies. De chip blinkt uit op verschillende gebieden die cruciaal zijn voor het succes van dit project. Ten

eerste het gemak waarmee hij in verschillende ontwerpen kan worden geïntegreerd; dat biedt flexibiliteit tijdens de ontwikkelingsfase. Ten tweede maakt de kosteneffectiviteit hem een aantrekkelijke keuze voor een prototype dat prestaties en kosten in evenwicht brengt. Ten derde biedt de compatibiliteit met een breed scala aan sensoren en IC's aanzienlijke voordelen. Tot slot vergroot de uitgebreide ondersteuning van de ESP32 chip door de community zijn geschiktheid voor dit project. **Figuur 2** laat de belangrijkste kenmerken en voordelen van de ESP32-D0WD-V3 zien, waardoor deze voor dit project is geselecteerd.



Figuur 2. Belangrijkste kenmerken en voordelen van de ESP32.



Figuur 3. De energiemeter is gebaseerd op een application note van Atmel [2]. Hier zie je de schakelingen rond het energiemeter-IC.

Integratie van het energiemeter-IC

Het ATM90E32AS-IC van Microchip werd geïntegreerd volgens een application note van de fabrikant; het document diende als leidraad om ervoor te zorgen dat het energiemeter-IC naadloos communiceerde met de ESP32-microcontroller. Deze fase was echter niet helemaal vrij van hindernissen. De aanschaf van de juiste componenten binnen de budgetbeperkingen vereiste een nauwgezette planning, omdat de beschikbaarheid beperkt was. In **figuur 3** wordt de application note van Atmel (nu Microchip) getoond.

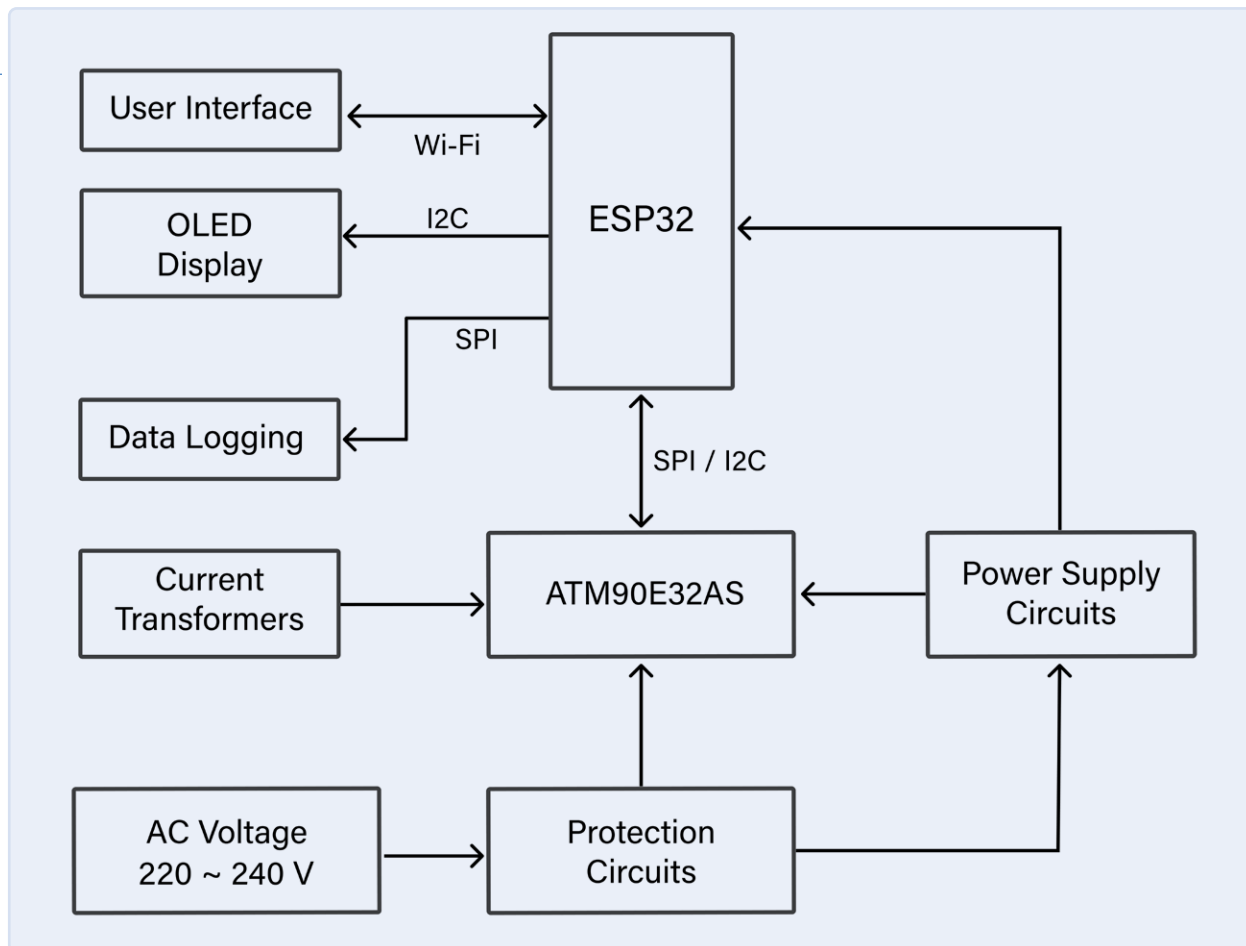
Ontwerpfase en elektrische veiligheidsnormen

De ontwerpfase is inderdaad een cruciaal onderdeel van het ontwerp-proces, vooral wanneer veiligheid een belangrijk aandachtspunt is. Bij een apparaat dat ontworpen is om te werken met de lichtnet-wissel-

spanning moet er nauwgezet op worden toegezien dat het voldoet aan de vastgestelde veiligheidsnormen. In **figuur 4** wordt het blokschema van het project getoond.

Om de veiligheid te garanderen werden verschillende speciale elektrische componenten in het ontwerp opgenomen. Metaaloxide-varistoren (MOV's) werden gebruikt om het circuit te beschermen tegen kortstondige spanningspieken. Verder werden er zekeringen ingebouwd als essentiële beveiliging tegen te hoge stromen.

Behalve op de keuze van componenten richtte het ontwerp zich ook op printlayout-overwegingen die zouden voldoen aan de veiligheidsnormen. Er werden voldoende kruip- en onderlinge afstanden aangehouden tussen de geleidende elementen op de printplaat om overslag te voorkomen. De spoorbreedte voor AC-spanningslijnen werd zorgvuldig berekend om de verwachte stromen aan te kunnen, volgens de



Figuur 4. Blokschema van ons energiemeterproject.

IPC-2221 normen [1]. Dit was cruciaal om de thermische prestaties van de print onder maximale belasting te kunnen waarborgen. Om de integriteit van de aarding te garanderen, werd een degelijk aardvlak gebruikt. Er werd speciale aandacht besteed aan het ontwerp van differentiële paren voor een goede signaalintegriteit, waarbij ervoor werd gezorgd dat de routing een nauwkeurige geometrie volgde om elektromagnetische interferentie tot een minimum te beperken.

Fabricage: we kozen voor JLC PCB

Na het bestuderen van verschillende bedrijven voor PCB-assemblage werd JLC PCB geselecteerd. De belangrijkste reden voor deze keuze was de balans tussen kosteneffectiviteit en betrouwbaarheid die zij bieden. Deze beslissing was belangrijk om het project binnen het budget te houden zonder afbreuk te doen aan de kwaliteit van de geassembleerde print. Op dit moment wordt de laatste hand gelegd aan het prototype-schema en de printlayout, en deze zullen binnenkort worden aangeboden voor productie.

Terugblik en vooruitzicht

Achteraf gezien toont dit project wat er bereikt kan worden als zorgvuldige planning en goede techniek hand in hand gaan. De hindernissen die we tegenkwamen hebben ons geholpen ons ontwerp te verbeteren. Nu we overgaan van het maken van een prototype naar de mogelijke massaproductie ervan, verwachten we dat het echt een verschil zal maken in de manier waarop mensen omgaan met energie. Dit project zal in de komende edities van dit tijdschrift uitgebreid aan bod komen – we zijn nog steeds bezig met het prototype, dit te testen en de software te ontwikkelen waarmee het zal werken. Er komt nog meer, dus blijf op de hoogte van updates over dit project. We zullen de voltooiing en

laatste updates delen in het januari/februari 2024 nummer van Elektor, met de focus op voeding en energie.

vertaling: Hans Adams — 230646-03

Vragen of opmerkingen?

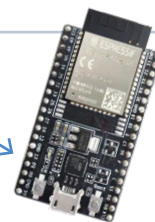
Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Gerelateerde producten

> **ESP32-DevKitC-32E** www.elektor.nl/20518

> **ESP32-C3-DevKitM-1** www.elektor.nl/20324



WEBLINKS

- [1] IPC-2221A standaarden:
[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] ATM90E32AS application note:
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/Appnotes/Atmel-46103-SE-M90E32AS-ApplicationNote.pdf>