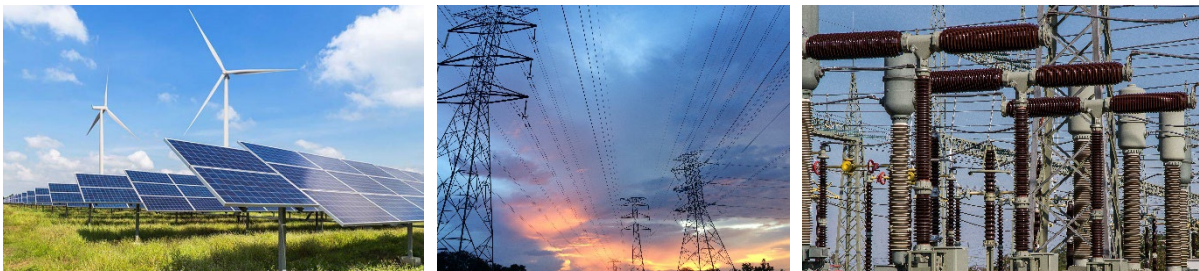


## 1. Kennismaking met de Slimme Meter en de SMU

De slimme meter meet hoeveel elektrische energie er in je huis wordt verbruikt en opgewekt. Maar waar komt die energie eigenlijk vandaan? En hoe komt het je huis binnen? Dit gaan we deze week onderzoeken. Verder ga je kennismaken met de slimme meter en de slimme meter uitlezer (SMU). Aan het eind van dit hoofdstuk ken je de begrippen component, schema en PCB, en weet je hoe je informatie kunt vinden in een datasheet.

### 1.1 Elektriciteit: van opwek tot meterkast

In Nederland wordt de elektriciteit opgewekt in een energiecentrale. De spanning wordt omhoog getransformeerd en via verschillende hoogspanningsstations en transformatorstations getransporteerd, waarna dit wordt aangeboden aan de woning.



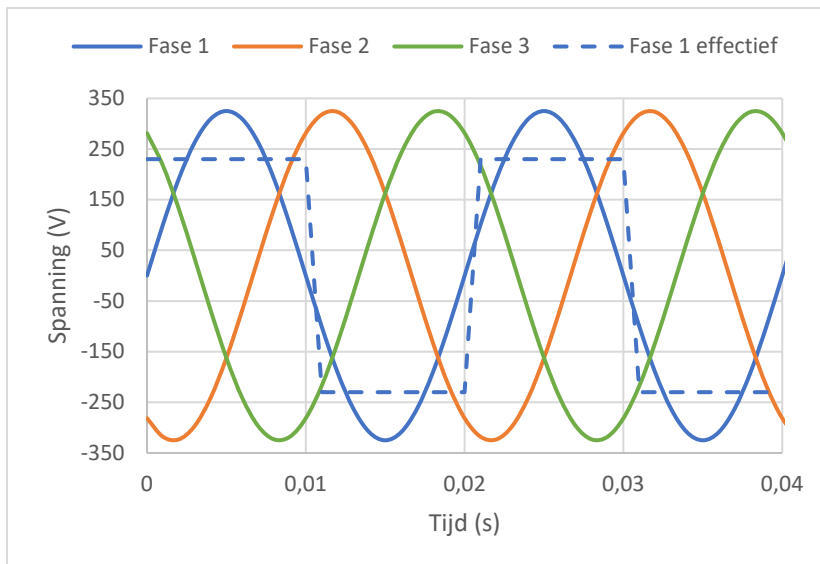
Figuur 1: energie opwek en transport

#### THUISOPDRACHT 1:

- Zoek op uit welke bron(nen) jouw energiemaatschappij energie levert.
- Wek je zelf ook energie op? Hoe? (denk aan zonnepanelen, windmolen, etc)
- Zoek het jaarverbruik (in kWh) op van jouw woonadres. Dit kun je vinden op de jaaropgaaf die je jaarlijks van het energiebedrijf ontvangt.
- Leg uit wat een transformator is en wat deze doet.
- Zoek op welke spanningen er tijdens het transport van de energiecentrale naar de woning worden gebruikt.
- Waarom wordt voor transport een hoge spanning gebruikt?

De elektrische energie komt je huis binnen via de meterkast. In Nederland is de netspanning 230V AC. Dat betekent dat de netspanning een sinusvormige wisselspanning is met een effectieve waarde ( $U_{\text{eff}}$ ) van 230V. De maximale waarde die de wisselstroom kan hebben is  $\sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}} = 325\text{V}$ . De stroom die bij deze spanning door je lichaam kan lopen is overigens dodelijk!

Elke woning heeft een 3-fasen aansluiting. Dit betekent dat er via drie kabels een wisselspanning van 230V het huis binnenkomt. De term 3-fasen betekent dat de toppen van de drie sinusvormige spanningen niet op hetzelfde moment voorkomen, maar een beetje verschoven zijn ten opzichte van elkaar. Dit is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: 3-fasen wisselspanning

In de meeste huishoudens is er één fase aangesloten. Hiermee kun je, afhankelijk van de hoofdautomaat, maximaal 35A uit het net gebruiken. Mocht je verbruik hoger liggen, dan is het ook mogelijk om 3-fasen aan te sluiten, bijvoorbeeld 3 x 50A. Dit alles is in de meterkast aangesloten.

Als we onderin de meterkast beginnen is de eerste component (onderdeel) dat je tegenkomt de hoofdautomaat. In dit geval is 1 fase aangesloten en is er dus een 1 fase automaat te zien. De hoofdautomaat maakt de meterkast spanningsloos zodat er op een veilige manier onderhoud gepleegd kan worden. Ook beveiligt deze automaat in het geval dat er een overbelasting ontstaat. De maximale stroom is in dit geval 40A.



Figuur 3: de meterkast



Figuur 4: de hoofdautomaat



Figuur 5: de kWh-meter

Na de hoofdautomaat komen we de verbruiksmeter tegen. In dit geval een slimme meter van het merk Kamstrup. Deze meet het totaalverbruik van de woning. Je kunt niet per groep het verbruik meten, aangezien alle groepen parallel zijn aangesloten. Zowel de hoofdautomaat als de meter is voorzien van een zegel om te voorkomen dat je probeert om stroom uit de meterkast te halen die niet wordt geregistreerd (en dus ook niet betaald).

Boven de meter zijn de automaten of zekeringen te vinden. Deze beveiligen een groep van verbruikers. De oude naam van meterkast is ook wel “groepenkast”. Elke groep wordt op deze manier apart beveiligd zodat de bedrading in je huis bij overbelasting niet verbrandt. De automaat schakelt uit als de maximale stroom (in dit geval 16A) wordt overschreden. Ook zie je hier de aardlekschakelaar(s). Deze zijn bedoeld voor persoonsbeveiliging: mocht de ingaande stroom niet gelijk zijn aan de uitgaande stroom dan is er dus een lek en schakelt de aardlekschakelaar uit. Het maximale verschil bij een moderne aardlekschakelaar is 30mA.



Figuur 6: links de aardlekschakelaar, rechts een drietal automaten

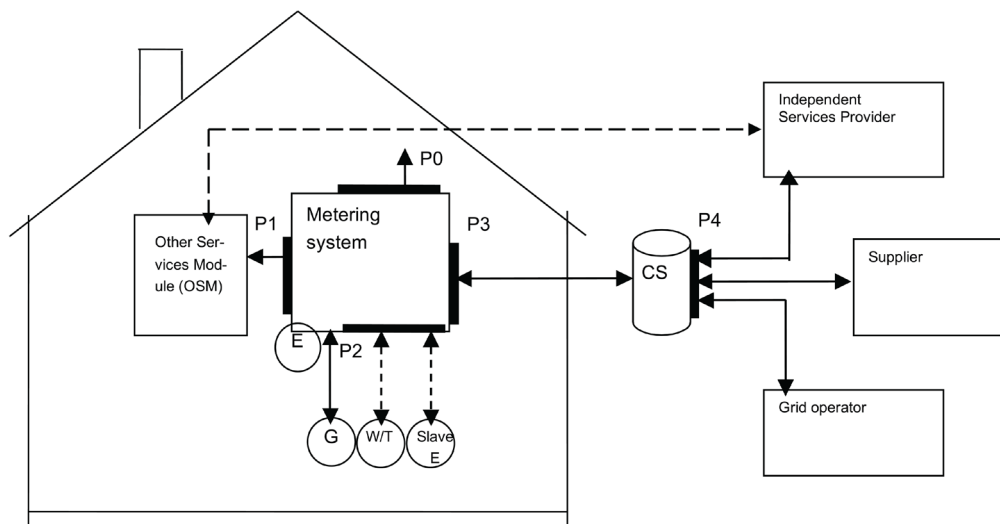
Vanuit de meterkast lopen er draden door de woning naar de stopcontacten oftewel WCD (Wand Contact Doos). Het stopcontact kent twee aansluitingen: de fase (bruine draad) en de nul (blauwe draad). Bij geaarde stopcontacten heb je er een derde draad bij: de aarde (groen/gele draad).

#### THUISOPDRACHT 2:

- Maak een foto van je meterkast en neem deze op in je logboek. Geef in de foto de volgende onderdelen aan: de hoofdautoomaat, de verbruiksmeter, de automaten/zekeringen.
- Hoeveel fasen heeft jouw meterkast?
- Welke slimme meter zit in je meterkast?
- Hoeveel aardlekschakelaars heeft jouw meterkast?
- Hoeveel groepen heeft jouw meterkast?
- Wat is het verschil tussen de effectieve waarde van een spanning en de maximale waarde van een spanning?

## 1.2 De slimme meter

De slimme meter meet je energieverbruik en kan deze meetgegevens op een aantal manieren naar de buitenwereld communiceren. De interfaces waarmee dit mogelijk is, zijn allen strikt beveiligd zodat onbevoegden geen toegang tot de meter kunnen krijgen. In figuur 7 is een overzicht gegeven van de slimme meter en zijn communicatiemogelijkheden. De communicatiepoorten zijn gelabeld met P0, P1, P2, P3 en P4.



Figuur 7: overzicht van de slimme meter en communicatiepoorten [bron: DSMR]

#### Communicatiepoorten:

- P0: Kan door de netbeheerder gebruikt worden om lokaal gegevens uit de meter te halen voor installatie en onderhoud.
- P1: Gebruikersinterface (alleen lezen). Door het aansluiten van daarvoor geschikte apparatuur, kan de gebruiker gedetailleerde informatie uit de meter verkrijgen.
- P2: Aansluiting voor gasmeter of andere meters (warmte/water).
- P3: Interface waarover de netbeheerder met de meter communiceert.
- P4: Interface waarbij de door de netbeheerder verzamelde data doorgegeven kan worden aan derden. Deze interface zit niet op de meter. Het doorgeven van data aan derden is aan strikte voorwaarden gebonden.

#### Andere afkortingen gebruikt in de figuur zijn:

- E: Elektriciteitsmeter
- G: Gasmeter (optioneel)
- W/T: Watermeter of thermische meter (warmte) (optioneel)
- Extra E: Hier kan eventueel een extra elektriciteitsmeter onder gehangen worden.
- CS: Centraal systeem. Systeem van de netbeheerder waarin uitgelezen meter informatie wordt opgeslagen.
- Andere Service Module: Apparaat dat op de P1 interface aangesloten kan worden.

Alle slimme meters in Nederland moeten voldoen aan een bepaalde standaard, welke is vastgelegd in de NEN-norm NTA 8130 (NEN = Nederlandse Norm, NTA = Nederlands Technische Afspraak). Hiervan afgeleid is de DSMR (Dutch Smart Meter Requirements) waarin de standaard voor de P1 poort beschreven staat. Er zijn verschillende versies van de DSMR (DSMR 2.2, DSMR 4.0, DSMR 4.2 of DSMR 5.0), het hangt van het type slimme meter af welke DSMR van toepassing is.

### THUISOPDRACHT 3:

- a) Welke P poort kan je gebruiken om zelf data uit je slimme meter te lezen?
- b) Met welke andere meters uit jouw meterkast is de slimme meter verbonden via de P2 poort? Welke meetgegevens kan je dus aflezen op het display van je slimme meter?
- c) Zoek uit welke DSMR specificatie op jouw slimme meter (thuis) van toepassing is en download deze.
- d) Zoek in je gedownloade DSMR companion standard op hoe de aansluiting van de P1 poort eruit moet zien.
- e) Maak een foto van jouw slimme meter en geef aan waar de P1 poort zit.

### LABOPDRACHT 1:

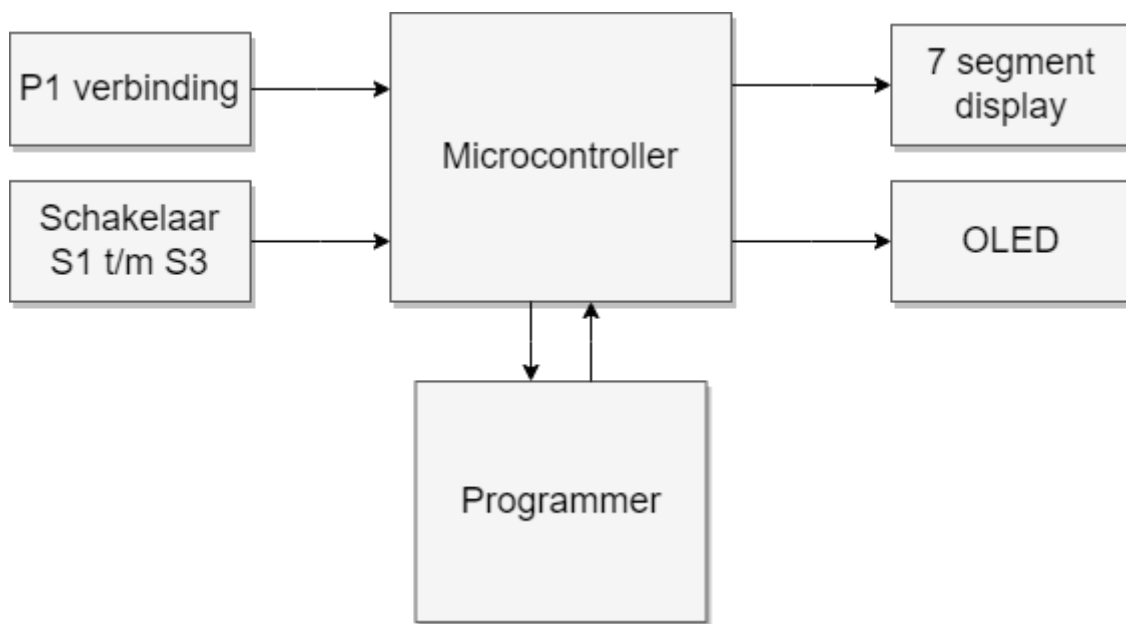
Kijk in het lab welke slimme meters er zijn, en zoek uit welke DSMR specificatie bij welke meter van toepassing is.

### 1.3 De slimme meter uitlezer (SMU)

We willen gebruik gaan maken van de P1 poort van de slimme meter om met een extern apparaatje de meetgegevens van de slimme meter uit te lezen. Dit apparaatje heet de SMU (slimme meter uitlezer).

#### 1.3.1 Het blokschema

Laten we de SMU eens beter bekijken. In figuur 8 is het blokschema van de SMU weergegeven. In een blokschema staan niet alle losse componenten aangegeven maar worden de belangrijkste functies grafisch weergegeven in rechthoekige blokken. De pijlen geven aan in welke richting de signalen lopen.



Figuur 8: blokschema van de SMU

#### LABOPDRACHT 2:

- a) Maak een overzicht van alle blokken uit het schema en zoek op wat ze doen:

Blok	Wat is het/doet het
P1 verbinding	Communicatie tussen de slimme meter en de SMU.
Schakelaar S1 t/m S3	
Microcontroller	
Programmer	
7-segmentsdisplay	
OLED	

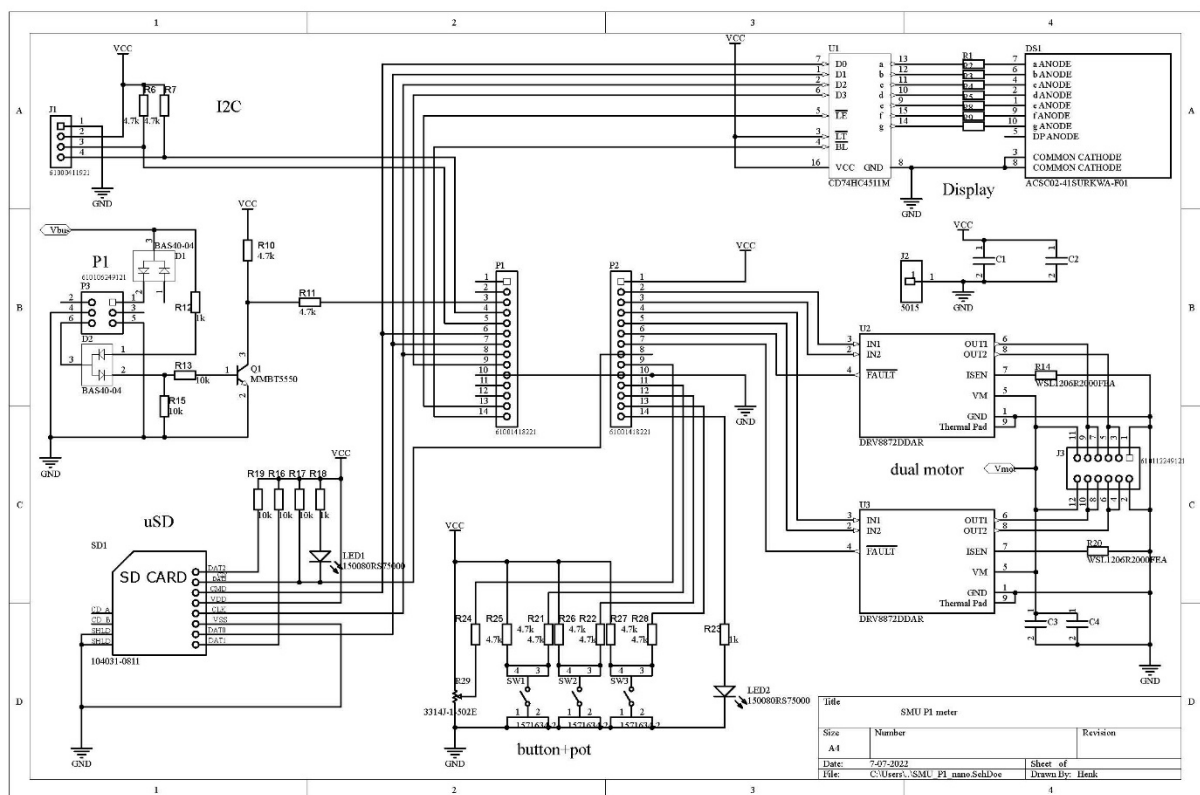
- b) Maak aan de hand van bovenstaand blokdiagram een beschrijving van hoe de SMU globaal werkt.

### 1.3.2 Het elektronisch schema

Als we verder gaan detailleren komen we bij de componenten waarmee de SMU is opgebouwd. De SMU bevat verschillende elektronische componenten waar we gedurende dit project kennis mee gaan maken. Het hart van de SMU is een microcontroller. Dit is eigenlijk een kleine computer waarin we een stuk software kunnen laden (via een USB kabel) en daarmee kunnen bepalen wat de functionaliteit van de microcontroller moet zijn. Hoe de verschillende componenten verbonden zijn wordt vastgelegd in een elektrisch schema. In Figuur 9 zie je het schema van de SMU.

Om een component makkelijk terug te kunnen vinden in het schema heeft elke component een unieke letter/nummer combinatie. Dit noemen we ook wel de *designator* van een component. Zo zie je dat een weerstand de letter R heeft met een nummer, en een chip de letter U met een nummer. Naast het nummer staat in het schema ook de waarde van de component. De eenheden worden meestal weggelaten (bijvoorbeeld bij weerstand de  $\Omega$ ), maar de vermenigvuldiging staat er wel bij. Een weerstand van  $1000\Omega$  wordt in het schema weergegeven als 1k. Er zijn een heel aantal vermenigvuldigingsfactoren, zoals in Tabel 1 te zien. Tot slot staat er onder sommige componenten een artikelnummer. Dit nummer kan je gebruiken om op te zoeken wat de functie van het component is.

Als je het schema maakt moet je natuurlijk wel de eigenschappen weten van de componenten. De fabrikant legt de eigenschappen vast in een speciaal document: de **datasheet**. Hierin staat bijvoorbeeld welke voedingsspanning een component nodig heeft, maar ook de exacte afmetingen van de behuizing van de component. De datasheet is dus een belangrijk document als je een schakeling gaat ontwerpen!

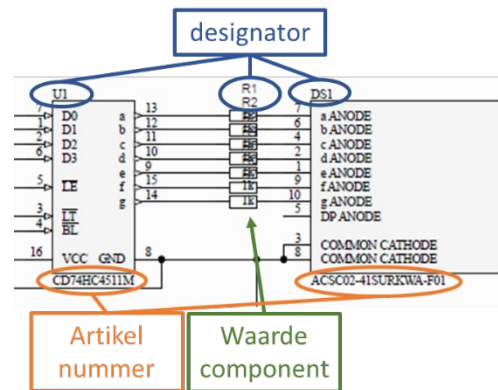


Figuur 9: schema van de SMU



Afkorting	Vermenigvuldiging	Naam
f	$10^{-15}$	Femto
p	$10^{-12}$	Pico
n	$10^{-9}$	Nano
$\mu$	$10^{-6}$	Micro
m	$10^{-3}$	Milli
k	$10^3$	Kilo
M	$10^6$	Mega
G	$10^9$	Giga
T	$10^{12}$	Tera

Tabel 1: vermenigvuldigingsfactoren



### LABOPDRACHT 3:


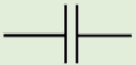


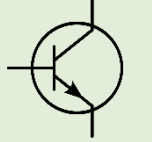
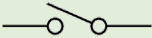
- Zoek in de DSMR op uit hoeveel pinnen de P1 aansluiting bestaat. Waar bevindt deze aansluiting zich in het schema van figuur 9?
- Geef aan waar schakelaar S1 t/m S3 zich bevinden in het schema.
- Geef in het schema aan waar de aansluiting voor het microcontrollerbordje zich bevindt. (hierop zit ook de programmer)
- Geef aan waar het 7-segments display zich bevindt.
- Het OLED display staat niet in het schema, maar kan ook op de microcontroller worden aangesloten via een header op de print. Zoek op hoeveel pinnen er nodig zijn om een OLED display aan te sluiten en geef vervolgens in het schema aan waar deze aansluiting zich bevindt.

Als het goed is heb je nu alle onderdelen uit het blokschema in het elektronische schema gelokaliseerd.



#### LABOPDRACHT 4:

Behalve de grote componenten die je net in het schema hebt gelokaliseerd zie je ook een aantal kleinere componenten. Deze staan opgesomd in onderstaande tabel. Zoek van elk symbool uit wat het betekent en wat de functie van het component is.

Symbool	Naam component	Wat doet het?
	Weerstand	Een weerstand vermindert de stroom in een circuit, zodat alle onderdelen de juiste hoeveelheid stroom krijgen. Hierdoor is er een spanningsval over de weerstand, de weerstand kan dus ook gebruikt worden om spanning te verdelen.
		
		
		
		
		

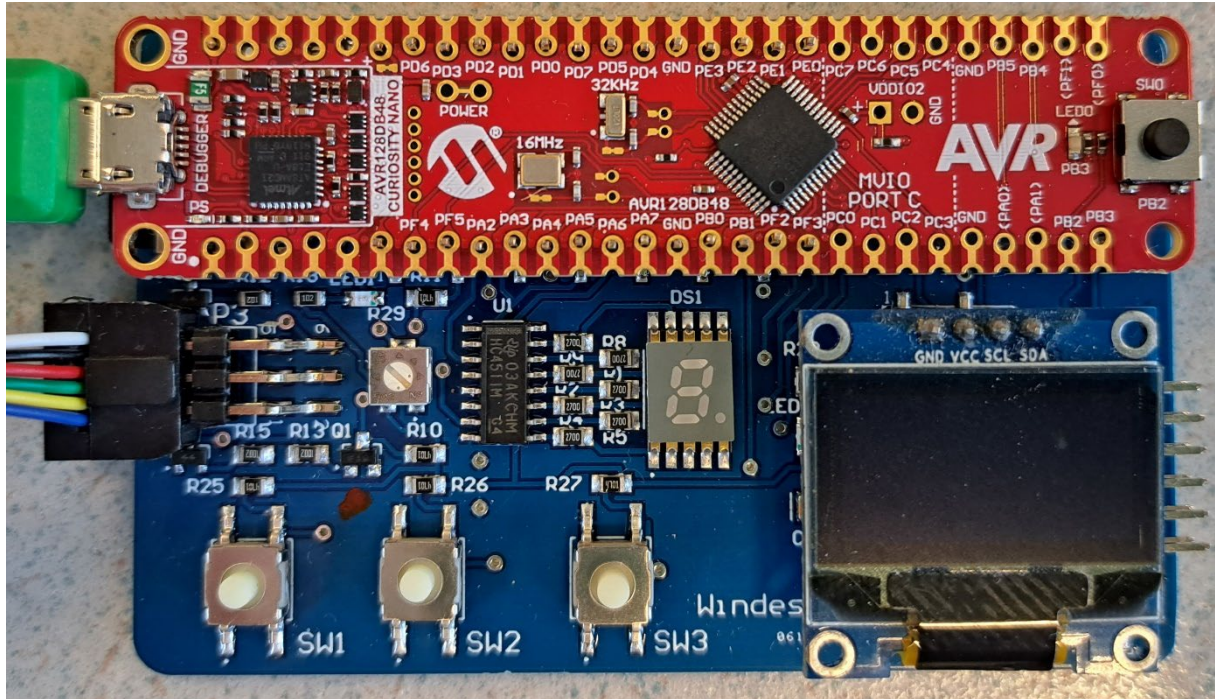
Je kunt je afvragen hoe het zit met de voeding van de schakeling. Het is niet gebruikelijk om in elektronische schema's ook de elektrische bronnen weer te geven. Toch hebben de verschillende componenten van de SMU wel een voedingsspanning nodig om te kunnen functioneren. In dit geval wordt die geleverd via de USB ingang, met designator J1. De voeding van de SMU kent een aantal symbolen die je misschien wel eens eerder hebt gezien. Het symbool voor GND (ground, vaak de '–' aansluiting) en het symbool voor VCC (Voltage Common Collector, vaak de '+' aansluiting). Alle gelijknamige symbolen in het schema zijn onderling elektrisch doorverbonden (dus alle GND aansluitingen zijn elektrisch verbonden).

#### LABOPDRACHT 5:

- Zoek op internet de pinout van een USB op. Welke spanning kan deze poort leveren?
- Een component dat voeding nodig heeft is de microcontroller. Zoek de datasheet van de microcontroller op en zoek hierin op wat de microcontroller nodig heeft aan voeding om goed te functioneren. Tip: kijk bij de "electrical characteristics".
- Kan de microcontroller dus functioneren op de spanning die de USB levert?
- Zoek in de datasheet op op welke pin(nen) van de microcontroller de voeding moet worden aangesloten. Hoe heet deze pin(nen)?

## 1.4 De PCB

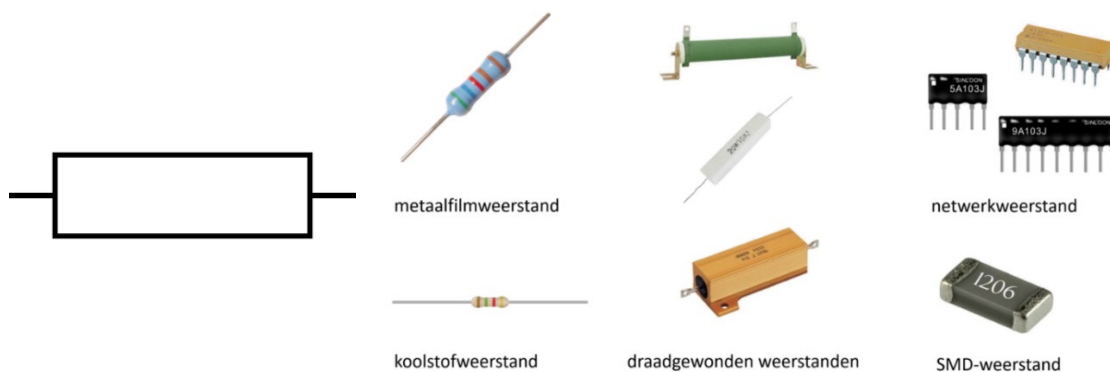
Het elektronisch schema geeft aan welke componenten er nodig zijn en hoe ze met elkaar verbonden moeten worden. De uiteindelijke realisatie van je product is vaak een PCB (Printed Circuit Board, ook wel printplaat genoemd).



Figuur 10: de PCB van de SMU

De PCB zorgt ervoor dat componenten goed vastzitten op hun plek en dat er goede verbindingen tussen de componenten zijn. Beide functies worden bereikt door de componenten op de PCB vast te solderen. De verbindingen op de PCB worden gevormd door koperen lijntjes: de printsporen. Een printspoor op de PCB komt dus overeen met een lijntje in het elektronisch schema.

Alhoewel in het elektronisch schema is aangegeven welke componenten er gebruikt moeten worden en hoe ze verbonden moeten worden, geeft het schema niet aan welke uitvoering van de componenten gebruikt moet worden. Sommige componenten hebben meerdere bouwvormen. Weerstanden bijvoorbeeld, zoals afgebeeld in figuur 11.



Figuur 11: de weerstand: links de schematische weergave, rechts het fysieke component in verschillende bouwvormen.

**LABOPDRACHT 6:**

- a) Bekijk de PCB van de SMU en vergelijk het met het elektronisch schema. Kan je alle onderdelen vinden?
- b) Wat voor bouwvorm van componenten is er op dit PCB gebruikt?

**VOORTGANGSOPDRACHT 1:**

Zodra je er klaar voor bent kan je je docent vragen om de eerste voortgangsoopdracht die afgetekend moet worden om mee te mogen doen aan de eindtoets.

Voor deze opdracht moet je laten zien dat je de volgende dingen kan:

- naam van een component geven wanneer deze in een schema wordt aangewezen.
- een specifiek component aanwijzen in een schema.
- vertellen wat je met een component kan doen (functie component beschrijven).