

# Microcontrollers

## Eindopdracht: *Arduinovation*

“

*Door gebruik te maken van 434MHz-communicatie zijn ontelbaar veel zaken te bedenken die geautomatiseerd kunnen worden. Lampen kunnen automatisch geschakeld of gedimd worden, gordijnen kunnen zich aanpassen op de behoefte of hoeveelheid van licht en koffie kan gezet worden als hiervoor een seintje gegeven wordt. Verscheidene scenario's kunnen gerealiseerd worden, aangezien de verscheidenheid aan elektrische apparaten in huis aanzienlijk groot kan zijn.*

”

**Saxion Hogeschool Enschede**  
**EINVIT3b**

**Module**  
Microcontrollers

**Moduledocent**  
Tristan Pothoven

**Eindopdracht**  
434MHz-communicatie

**Deelnemers**  
Koen Mulder, Bart Hopster

**Datum**  
18 april 2014

# Het product

## Beschrijving

“

*Can you imagine controlling your lights with just your laptop, mobile phone or tablet, by spending just a few bucks instead of \$150 or more?*

*This is Arduination, welcome.*

”

Bovenstaande quote is het eerste wat de websitebezoekers van Arduination te zien krijgen en beschrijft het product in een notendop. Arduination, een samentrekking van Arduino en “home automation”, is het product dat gecreëerd is voor de eindopdracht van de module Microcontrollers en tilt het bedienen en automatisch schakelen van huisverlichting naar een hoger niveau.

Het schakelen van huisverlichting heeft enkele jaren geleden al een “practical upgrade” gekregen. Verscheidene systemen voor het draadloos schakelen verschenen op de consumentenmarkt. Deze schakelsystemen zijn gebaseerd op communicatie via radiosignalen met behulp van een afstandsbediening en een of meerdere ontvangers. De afstandsbediening kan, afhankelijk van het schakelsysteem, een specifiek aantal ontvangers aansturen die op hun beurt de verlichting, die op de ontvanger aangesloten is, aan of uit kunnen schakelen.

Arduination voegt hier een dimensie aan toe. Door een Arduino-ontwikkelbord in te zetten en deze te voorzien van internetmogelijkheid en een set van radiozender en -ontvanger, is een automatiseringsstap gemaakt. Het Arduino-ontwikkelbord is in staat online “radiocommando’s” te ontvangen en te verwerken, waarna de radiozender aangestuurd wordt om een specifiek radiosignaal uit te zenden. De ontvangers van het schakelsysteem kunnen deze radiosignalen oppikken en aan de hand daarvan de aangesloten verlichting aan- of uitschakelen. De werking van de afstandsbediening van het schakelsysteem wordt zodoende gesimuleerd.

Online radiocommando’s kunnen naar de Arduino verstuurd worden met behulp van de daarvoor ontwikkelde website. Deze website geeft een overzicht van de beschikbare, te schakelen huisverlichting en de status van de verlichting. Met een simpele handeling kunnen commando’s voor het schakelen van verlichting verstuurd worden.

Aangezien een website, zo ook de Arduinovation-website, niet alleen via een laptop of computer, maar ook via een smartphone of tablet te benaderen is, is de overstap naar het “mobiel schakelen” van huisverlichting gemaakt. Daarbij geldt: dit systeem is kant en klaar in vergelijkbare vorm in de winkel te koop, echter met een prijskaartje van minstens €150,-. Dit is dan ook de reden voor de gehanteerde kreet: een zekere kostenbesparing is absoluut aanwezig!

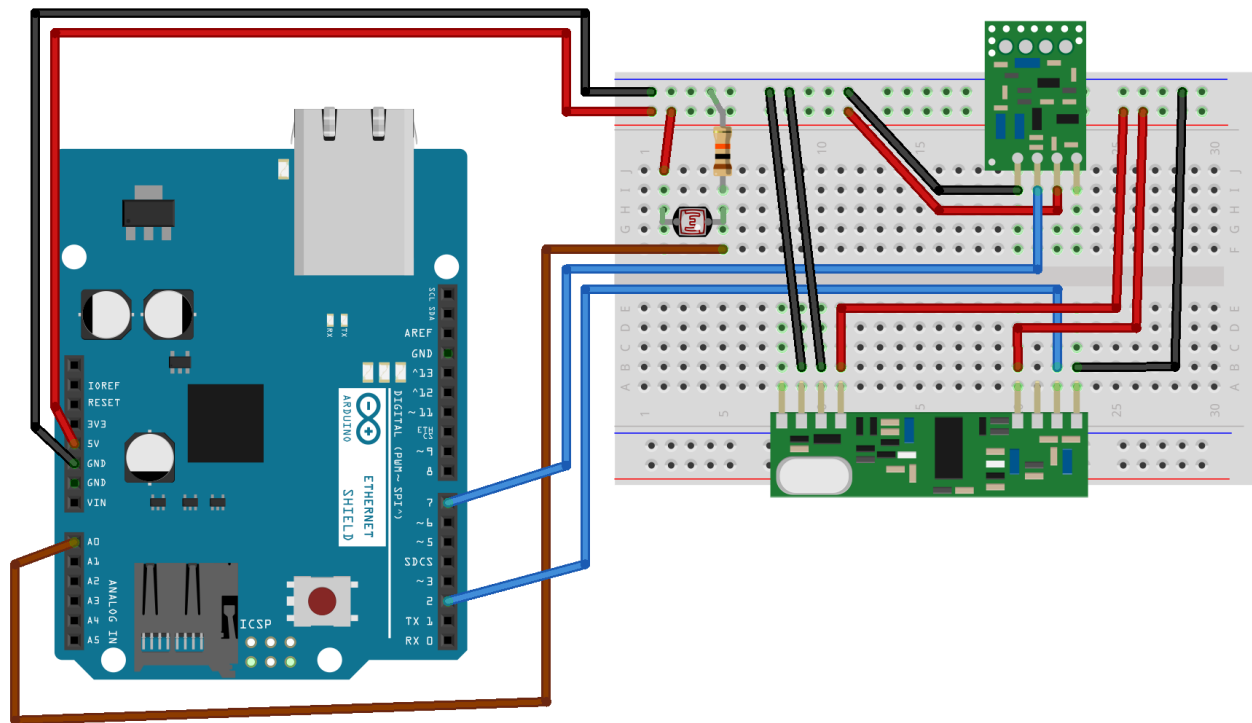
## **Benodigdheden**

Arduinovation bestaat uit de volgende onderdelen:

- Arduino UNO-ontwikkelbord
- Arduino Ethernet-shield  
*Faciliteert de mogelijkheid voor de Arduino met het internet te communiceren*
- Radio-ontvanger en -zender op 434MHz (433,92MHz)
- LDR-sensor, inclusief 100 kΩ-weerstand  
*Faciliteert het automatisch in- of uitschakelen*
- Breadbord, inclusief jumper cables  
*Faciliteert de verbinding tussen de Arduino, de radio-ontvanger en -zender en de LDR-sensor*
- KlikAanKlikUit-systeem / ELRO-systeem / soortgelijk systeem op 434MHz  
*Het betreffende schakelsysteem*

## Schematisch overzicht

Een schematisch overzicht van Arduinomation is hieronder te vinden en geeft de manier van verbondenheid aan tussen het Arduino Ethernet-shield, de LDR-sensor en de radio-ontvanger en -zender. Zoals getoond gebeurt dit met behulp van het breadbord, de jumper cables en de weerstand. De Arduino zelf is niet afgebeeld vanwege het feit dat het Ethernet-shield bovenop de Arduino geplaatst wordt. Het Ethernet-shield is verbonden met het internet middels een Ethernet-kabel en bijvoorbeeld een switch of een router. De afstandsbediening en de ontvangers van het schakelsysteem dienen van tevoren ingesteld te zijn, zodat de ontvangers met behulp van de afstandsbediening aan te sturen zijn.



fritzing

# Het proces

## Het originele idee

Door gebruik te maken van 434MHz-communicatie zijn ontelbaar veel zaken te bedenken die geautomatiseerd kunnen worden. Zo kunnen lampen in de keuken, in het toilet, in de woonkamer of op de werkplek in- of uitgeschakeld worden. Dit kan automatisch gebeuren, bijvoorbeeld op basis van een bewegings- of geluidssensor, of met behulp van een smartphone.

De beperking tot lampen hoeft eigenlijk niet eens van toepassing te zijn: elk apparaat dat op een stopcontact is aangesloten, kan door middel van 434MHz-communicatie in- of uitgeschakeld worden. Voorbeelden hiervan zijn het automatisch aan- of uitgaan of dimmen van lampen afhankelijk van het omgevingslicht, het automatisch open- of dichtdoen van gordijnen afhankelijk van het omgevingslicht of zonlicht, het in- of uitschakelen van het koffiezetapparaat, enzovoort. Diverse scenario's en plekken zijn te bedenken en in te richten, waarbij de "luie gebruiker" op zijn gemakken bediend wordt.

## Wat hebben wij gedaan?

Aangezien het begrip "434MHz-communicatie" erg breed te trekken is, hebben wij enkele grenzen getrokken. Zo hebben wij ons beperkt tot het in- en uitschakelen van verlichting en het automatiseren ervan. Er is tevens aandacht besteed aan het automatisch in- of uitschakelen op basis van tijd en omgevingslicht.

Zoals gezegd zouden allerlei huishoudelijke "apparaten" zoals gordijnen of een koffiezetapparaat ook bediend kunnen worden, in plaats van alleen lampen, maar dit ligt buiten de scope van deze eindopdracht. Arduination is immers dusdanig uit te breiden, dat een gehele domotica-oplossing ingericht kan worden. Dit kan een vervolgstap zijn voor in de toekomst. Daarbij is het dimmen van de verlichting niet geïmplementeerd vanwege de niet-ondersteunende radio-ontvangers van het schakelsysteem.

Daarnaast is de mogelijkheid tot het verbeteren en optimaliseren van het systeem ongetwijfeld aanwezig en kunnen vele hobbyuren hiervoor benut worden. Voor deze eindopdracht is dit echter niet van belang en zeer zeker niet realistisch.

## **Inzet van sensoren**

Zoals reeds beschreven, zijn sensoren ingezet voor het (automatisch) schakelen van huisverlichting op basis van tijd en omgevingslicht. Om deze automatisering uit te kunnen voeren, hebben wij gebruik gemaakt van een radio-ontvanger en -zender, een LDR-sensor en een tijdsmechanisme. Dit staat tevens bij “Benodigdheden” beschreven. Als binnen een gedefinieerde tijdsperiode de gemeten hoeveelheid licht te laag wordt, worden automatisch de lampen aangezet.

## **Aanpak**

Om tot een concrete situatie te komen, hebben wij de volgende “kleine user stories” op basis van het MOSCOW-principe opgepakt. We zijn bovenaan begonnen en hebben bekeken hoeveel user stories we konden oppakken. De user stories zijn gesorteerd van essentiële basis tot eventuele uitbreidingen, dus van belangrijk naar minder belangrijk:

- We willen met behulp van een Arduino UNO, een radio-ontvanger en -zender op 434MHz en een KlikAanKlikUit-systeem / ELRO-systeem lampen gaan in- en uitschakelen.
- We willen het bovenstaande automatisch laten gebeuren met behulp van een LDR-sensor. Deze sensor geeft afhankelijk van het omgevingslicht specifieke output, die gebruikt kan worden voor het automatisch aansturen van de lampen.
- We willen voor het bovenstaande systeem een lerende functie implementeren met behulp van de afstandsbediening. Aan de hand van ontvangen signalen van de afstandsbediening, de output van de LDR-sensor en de huidige tijd op dat moment, kan het systeem leren wanneer en onder welke omstandigheden de lampen in- of uitgeschakeld dienen te worden.
- We willen het bovenstaande systeem online beschikbaar maken met behulp van het Arduino Ethernet-shield en een webinterface, zodat via een webpagina het systeem aan te sturen is.

## Hoe werkt het nu?

Arduinovation bestaat uit drie verschillende onderdelen, die allemaal met elkaar samenwerken: een frontend-gedeelte, een backend-gedeelte en een Arduino-gedeelte.

Het frontend-gedeelte is vormgegeven met behulp van een website:

<http://arduinovation.barthopster.nl>. De gebruiker kan inloggen op de website, waarna hij de mogelijkheid krijgt de beschikbare lampen te beïnvloeden. Met een druk op de knop kan een online commando naar het systeem worden gestuurd, dat vertaald wordt naar een radiocommando voor de ontvangers van het schakelsysteem. Deze website is gebaseerd op HTML5, CSS3, jQuery, Javascript en SocketIO.

Het backend-gedeelte betreft een serverapplicatie, die te bereiken is op het adres <http://ardnmtn.barthopster.nl:8181>. Deze applicatie staat in verbinding met zowel de Arduino als de website en faciliteert de communicatie tussen deze twee componenten. De verbinding is gebaseerd op websockettechnologieën van SocketIO. Zo zorgt de applicatie ervoor dat de website de correcte informatie weergeeft aan de gebruiker, dat de Arduino weet hoe laat het is door middel van regelmatige tijdupdates en dat de Arduino de juiste radiocommando's verzendt. Het backend-gedeelte kan dan ook gezien worden als het meest essentiële onderdeel van Arduinovation. De serverapplicatie is geschreven voor een NodeJS-omgeving.

Het Arduino-gedeelte betreft een sketch met een implementatie om, door middel van een 434MHz-radiozender, de lampen in- of uit te schakelen. Aan de hand van een ontvangen, online radiocommando wordt de radiozender aangestuurd. Bovendien wordt de 434MHz-radio-ontvanger ondersteund, zodat radiosignalen afkomstig van de afstandsbediening van het schakelsysteem ook opgepikt kunnen worden. Dit zorgt ervoor dat het "handmatig" schakelen van de verlichting met de afstandsbediening het systeem niet verstoort.

Daarnaast is een LDR-sensor op de Arduino aangesloten, waarmee het omgevingslicht gemeten kan worden. Op basis van meetwaarden van de LDR-sensor kan de verlichting bijvoorbeeld ingeschakeld worden als de schemer van de avond valt. Het tijdstip van het in- of uitschakelen van verlichting en de bijbehorende, gemeten hoeveelheid licht kunnen aangepast worden met behulp van "smart learning". Op basis van vorige resultaten kan het systeem leren wanneer de verlichting waarschijnlijk in- of uitgeschakeld dient te worden. Helaas staat deze functie op het moment van oplevering uitgeschakeld, aangezien deze niet (volledig) getest is. De werking hiervan kan dus niet gegarandeerd worden. Het inschakelen van de verlichting op basis van meetwaarden van de LDR-sensor werkt wel naar behoren.

## **Problemen**

Een probleem dat wij tegengekomen zijn, is de complexiteit van een zelflerend systeem dat op het eerste oog niet erg complex lijkt te zijn. Bij het creëren van een zelflerend systeem moeten aannames gedaan worden, zoals de frequentie en het tijdstip van het in- of uitschakelen van de verlichting. Daarnaast vergt het bruikbaar, betrouwbaar en storingsvrij maken van het systeem een voor deze eindopdracht niet-realistische hoeveelheid tijd. Wij hebben dan ook besloten de zelflerendheid van het systeem standaard uitgeschakeld te laten. Het tijdstip van het in- of uitschakelen van verlichting en de bijbehorende, gemeten hoeveelheid licht zullen dus niet veranderen. Zoals gezegd: het inschakelen van de verlichting op basis van meetwaarden van de LDR-sensor werkt wel naar behoren.

Enkele keren zijn moeilijkheden rondom de communicatie van en naar de Arduino ontstaan. De erg gelimiteerde mogelijkheid tot ontvangen van data aan de Arduino-kant heeft daarbij ook een rol gespeeld. Uiteindelijk betroffen dit fouten of inefficiënties op implementatieniveau, waardoor deze moeilijkheden opgelost konden worden.

## **Eindevaluatie**

Wij zijn van mening dat we een mooi product gecreëerd hebben en dat het product voldoet aan het doel dat wij voor ogen hadden voor deze eindopdracht. Immers, Arduination is een systeem, gebaseerd op de Arduino, waarmee “mobiel” de huisverlichting aan- of uitgeschakeld kan worden. Daarnaast kunnen gebruikers naar de website van het systeem gaan, aldaar inloggen en de huisverlichting bedienen. Bovendien bevat Arduination een lichte vorm van intelligentie, dat toegepast wordt voor het schakelen van de verlichting als de schemer van de avond valt.

Er is veel ruimte voor verbetering, optimalisatie en toevoegingen. Zo zou de zelflerendheid van het systeem kunnen worden uitgebreid en kan de overstap van huisverlichting naar diverse, huishoudelijke apparatuur gemaakt worden. Ook zou het aantal beschikbare lampen uitgebreid kunnen worden, de groepsfunctie van de afstandsbediening van het schakelsysteem ondersteund kunnen worden en de gehele infrastructuur van Arduination geoptimaliseerd kunnen worden. Enkele zaken hiervan zullen zeker in de toekomst opgepakt worden.