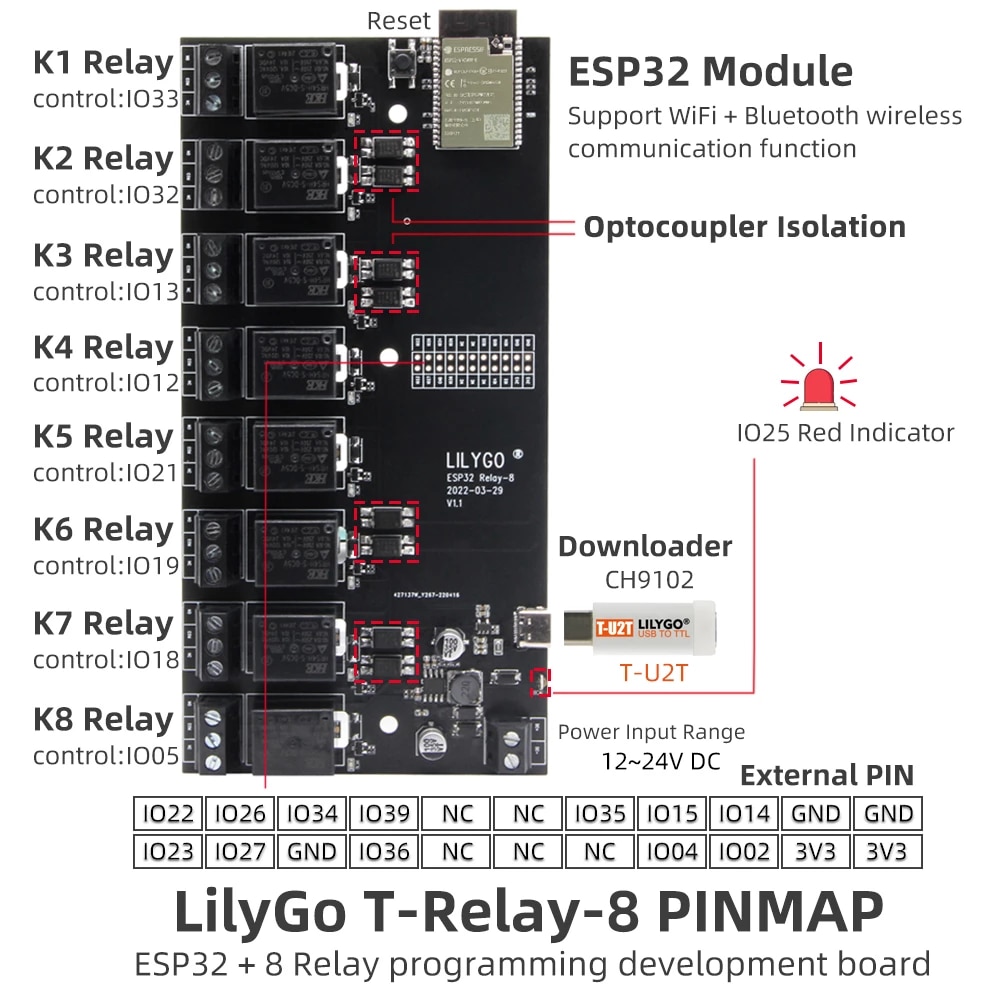
**Verkeerslichten**

De installatie is gemaakt met de <https://nl.aliexpress.com/item/1005004335642099.html> en

Dit is een bordje met 8 relais met een esp32-wrover-e MCU (micro controller unit)



We gebruiken de relais K1 t/m K5. Een GPIO is input/output pin van de esp32.

K1 = rood verkeerslicht. Verbonden met GPIO33

K2 = oranje verkeerslicht. Verbonden met GPIO32

K3 = groen verkeerslicht. Verbonden met GPIO13

K4 = rood oversteeklicht. Verbonden met GPIO12

K5 = groen oversteeklicht. Verbonden met GPIO21

K1, K2 … zijn aansluitingen waarop steeds 2 verkeerslichten zijn aangesloten. De twee verkeerslichten doe precies het zelfde. Ook de oversteeklichten zijn dubbel uitgevoerd.

Voor de drukknop gebruiken we een input pin van de esp32. Meer hierover later.

Alle relais worden aan de rechterkant van de relais (op de tekening) bestuurd door de esp32. De besturing van de esp32 zet de uitgang van de relais (aan de linkerkant) van het relais aan of uit. De uitgang van een relais staat elektrisch gezien los van de ingang. Op de uitgang kan een 230V belasting aangesloten worden. In dit geval worden de lampen op de relais aangesloten.

**Het programmeren van de relais.**

De esp32 is programmeerbaar. Normaal gesproken worden esp32 op een bord verkocht. Bijvoorbeeld op een development bord. Veel, DRUKKNOPPEN\_GPIOmaar vaker niet alle pinnen van de esp32 worden dan op het bordje voorzien van aansluitingen. De volgorde van de pinnen op de esp32 kan ook anders zijn dan de volgorde van het development bordje. Dit hier ook het geval. Een aantal pinnen van de esp32 zijn direct verbonden aan de relais. Maar de overblijvende pinnen kun je nog steeds benaderen. Die aansluitingen zijn aan de rechthoek met 2 rijen gaatjes. Dat zijn dan de external pins uit de image. Beginnend bij IO22 (= GPIO22), IO26…. GND en de andere rij pin IO23 t/m 3V3.

Voor het kijken of een knop ingedrukt is, gebruiken we 2 externe pinnen GND en xxxx (zie verder drukknoppen)

Het programmeren gaat via de usb-c aansluiting. Bij de meeste developmentbordjes kun je rechtstreek met usb-c programmeren, maar in dit bordje ontbreekt een IC om usb-c om te zetten naar de TTL niveau’s die de esp32 verwacht. Daarvoor hebben we een speciale usb stick T-U2T gekocht. Aan de ene kant past die op het bord. Aan de andere kant kun je een usb-verloopkabel stoppen (usb-c) en aan de computerkant een ouderwetse dikke usb aansluiting. Dit werkt in ieder geval in Ubuntu zonder drivers (maar niet in Ubuntu in een Virtualbox).

Ik heb gekozen voor C++ als taal. PlatformIO kan C++ compileren naar machinetaal voor de esp32. PlatformIO is een extensie voor Python. VSCode (Visual Studio Code) heeft een speciale plugin voor platformIO. Hierdoor is het mogelijk om in VSCode alle voordelen van een C++ compiler te gebruiken. Het voordeel van een C++ compiler is dat je veel betere checks en foutmeldingen hebt dan in UI’s als de Arduino IDE.

Met deze plugin kun je de binary uploaden, kun je allerlei boards kiezen enz.

**Installeren software**

Dit is wat getest heb in Ubuntu 22.04

Installeer eerst vscode

Installeer de plugin platformIO

Maak een project met platformIO (noem het Verkeerslichten)

Haal alles binnen van het repository van github <https://github.com/KeesBleijenberg/Verkeerslichten>

Je ziet in vscode in de map src het bestand main.c en platformIO.ini. Verwijder beide en kopieer main.cpp en platformIO.ini op dezelfde plaats.

Ik gebruik c++ voor de code, maar er is eigenlijk weinig verschil met C. De verschillen:

– inplaats van de moeizame C strings (stukjes tekst) gebruik ik de C++ strings. Dat doe ik door <string> te include in plaats van de C library <string.h>.

– voor schrijven naar standard out’ gebruik ik de C++ functie cout.

– In C++ kun je één functie verschillend aantal en andere soorten parameters geven. Je hebt dan dus de functie met dezelfde naam verschillende keren definiëren. Dat gebeurt door de code voor deze functies te hernoemen naar allerlei cryptische namen. Dus achter de schermen krijgt elke functie variant een aparte naam. Dat proces heet name mangling. Dit name mangling kan een probleem zijn als de linker op zoek gaat naar de functie main. Die is dan ook name mangling ondergaan. Om dat te voorkomen zeg je:

extern C main() {….}DRUKKNOPPEN\_GPIO

Hierdoor heeft de functie nog steeds de originele naam. Dat vindt de linker fijn, maar je kunt daardoor niet meer varianten hebben voor de functie main.

In de code wordt main name mangling alleen toegepast voor de functie main.

Eigenlijk heb ik name mangling nergens nodig, omdat ik nergens meer varianten van functies met dezelfde naam gebruik.

Als je in de software ergens zet cout << “blahblah” betekent dit bij normale c++ programma’s: schrijf blahblah naar standard out (meestal het beeldscherm). Bij de plugin is standard out de com-poort naar de serial monitor. In de platformIO plugin in VsCode kun je de output bekijken door in de blauwe balk onderin te kiezen voor het icoontje dat er uit ziet als een kleine stekker me de tekst platformIO: serial monitor als je er overheen gaat met de muis.

Soms zie je in de seriele monitor alleen maar garbage. Dan is de baud-rate niet goed. Die kun je wijzigen in platformIO.ini Bv: monitor\_speed = 115200

Als het uploaden niet lukt, helpt het soms als je het bordje reset. Er zit daarvoor een drukknopje tussen de processor en de relais.

Het inputvoltage voor het hele bord van 12 tot 24 volt.

Het bordje doet het ook op alleen usb als voeding.

Bij de relais zitten blauwe led’s. Je kunt dus zien of een relais wel of niet bekrachtigd wordt. De relais maken ook flink wat geluid.

**Uploaden binary**

Het uploaden van de binary naar het bordje is ingewikkelder dan bij de meeste andere bordjes. Dat komt omdat er geen usb naar com chip op het bordje zit. Daarvoor hebben we de download CH1902 gekocht. Op het plaatje zie je hem rechtsonder. Ubuntu herkende de stick probleemloos en ging het uploaden direct goed.

Onder Windows schijn je een driver te moeten installeren. Dat is me in mijn oude Windows 7 niet gelukt.

Als het programma geupload is, begint het programma meteen te draaien. Je kunt het programma niet eenvoudig stoppen.

**Detecteren indrukken knop in de software**

Er zijn 2 drukknoppen, elk verkeerslicht één. ADRUKKNOPPEN\_GPIOls op één van deze drukknoppen gedrukt wordt, moet de functie handleGedrukt() uit main.cpp gestart worden. Voor de software is het niet van belang op welke knop gedrukt wordt. Belangrijk is dát er ‘n knop wordt ingedrukt. De twee drukknoppen moeten daarom in parallel op de input van de esp32 aangesloten zijn.

Voor het uitlezen van de drukknoppen gebruik ik GPIO 22.

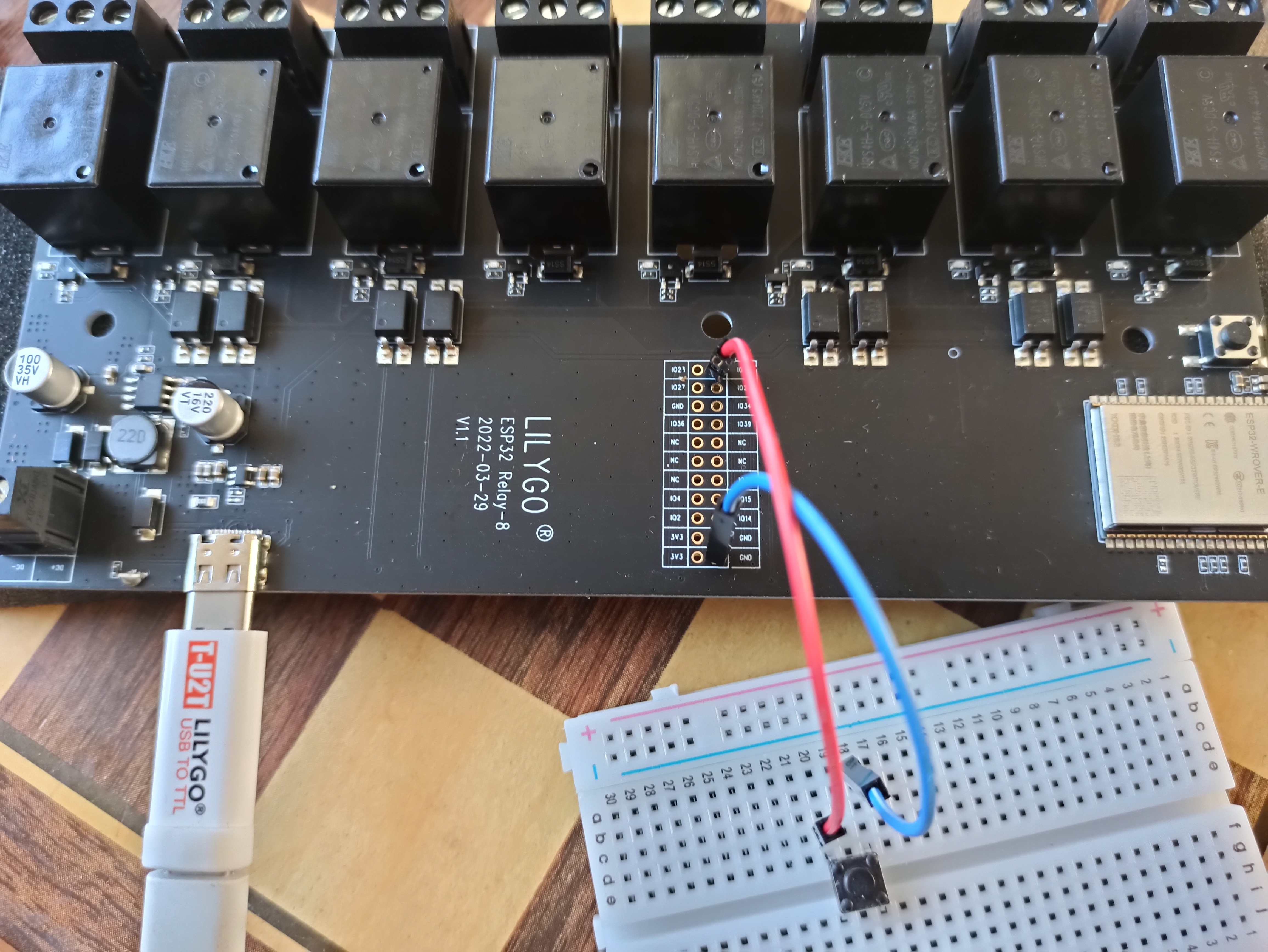
Veel poorten worden gebruikt voor de relais. De overblijvende poorten zitten in 2 rijen (gaatjes) op het bordje. Port GPIO-22 zit in de de rij die het dichts bij de processor zit en dan in die rij het dichts bij de relais. Op de hoek dus.

Ground zit ook in dezelfde rij, maar dan helemaal aan de andere kant.

De maximale stroom voor elke pin van de esp32 is 40mA.

De esp32 werkt met 3.3Volt. Dus niet met 5 Volt voor de Arduino. Je kunt een Arduino dus niet blindelings vervangen door een esp32.

Het meest eenvoudige test:

Het rode draadje zit op het bordje in GPIO-22 en de blauwe draad zit aan ground.

Het programma stelt GPIO-22 tijdens de setup() van de hardware inop het gebruik van een interne pull up weerstand. Tussen de inwendige poort en de uitwendige poort zit dan een weerstand, waardoor poort 22 verbonden is met 3.3Volt.

Als je op de knop (vlak onder de rode draad) drukt wordt poort 22 verbonden met ground (=0). Dus als je op de knop drukt leest het programma op poort 22 een 0 en als je niet drukt leest het programma 1. Dus verkeerd om. In software vertaal ik 0 naar gedrukt = true en 1 naar gedrukt = false.

**Software**

Bij embedded systemen is er vrijwel altijd sprake van een functie setup om poorten en variabelen te initialiseren. Daarn gaat het programma in een eindeloze lus. Het programma heeft dus een echt einde, maar loopt altijd.

Het programma main in main.cpp begint met setup om de poorten te initialiseren. Dat wil zeggen welke poorten voor input en welke voor output zijn. GPIO\_NUM\_22

Na de setup begint de eindeloze lus (while(true){….})

Als in test.h de regel

#define TEST\_GEDRUKT is weggecommentarieerd door er // voor te zetten, werkt het programma normaal. Dan kijkt het programma in deze lus of er een knop ingedrukt is en zo ja start hij de functie handleGedrukt.

Ik heb het allemaal zo simpel mogelijk gehouden.

Dus geen threads.

Geen memory allocation in de heap met potentiële problemen.

Geen exceptions

**Normally open en normally closed (relais)GPIO\_NUM\_22**

Er zijn verschillende soorten relais. Wat relais onderscheidt is wat ze doen als er geen spanning op de ingang staat. Je hebt relais die waarbij de uitgang geen contact (doorverbinding) maakt en je hebt relais waarbij de uitgang wel doorverbonden wordt.

De eerste heten ‘Normally open’ en de tweede ‘Normally closed’. Voor échte verkeerslichten is het belangrijk dat als er geen spanningop de ingang staat (bijvoorbeeld door draadbreuk naar de drukknoppen) dat het oversteeklicht op rood staat en het verkeerslicht op groen. Voor het rode oversteeklicht zou je dan een normally closed relais moeten maken.

Bij het bordje kun je per relais kiezen of je ze normally closed of normally open wil gebruiken. Je hebt daarvoor bij de uitgang van elk relaiDRUKKNOPPEN\_GPIOs 3 schroefjes:

nc: normally closed gebruik

no: normally open gebruik

gnd: ground

De software gaat ervan uit dat alle relais normally open zijn. Wil je daarom alle relais via nc en com aansluiten (althans dat is wat ik begrepen heb).

**Debuggen**

Er zijn speciale debug libraries. Die heb ik niet gebruikt. Je kunt met cout << De waarde van mijn variable << my\_var << endl; de waarde van een bepaalde variabelen volgen. Poor mens debugging dus. Maar het is wel erg weinig werk.

**Kapot relais**

Het relais voor het groene oversteeklicht krijgt het meest voor de kiezen omdat dit relais het groen oversteeklicht moet laten knipperen. Ik vermoed dat het daarom het eerst kapot gaat.

Als het relais kapot gaat, kun je een ander relais nemen voor het groene licht.

Neem bijvoorbeeld het onderste relais. GPIO\_NUM\_22

Verander in hardwareVerkeerslichten.h de waarde van DRUKKNOPPEN\_GPIO naar

DRUKKNOPPEN\_GPIO =GPIO\_NUM\_05;

Sluit de draden voor het groene verkeerslichten aan op het onderste relais.

Build en upload het programma en alles zou weer moeten werken.