

De Slinger van Foucault



Twents Carmel College

De Thij Oldenzaal

Instructieboekje

Februari 2008

Inhoud:

- Pag. 1 Inhoud
- Pag. 2 Hoe zit dat met Slingers
 Wat kun je er mee
- Pag. 3 Hoe ging dat met Foucault
- Pag. 4 De Slinger van het Thij College
- Pag. 5 Technische beschrijving
- Pag. 6 Bouw Charron ring
- Pag. 7 Sturing elektromagneet
- Pag. 8 Storingen
 Onderhoud
 Algemeen
- Pag. 9 Elektrisch schema

Hoe zit dat met Slingers?

Hang een gewicht aan een touwtje, of staaldraadje, breng het gewicht uit het midden en laat het gewicht los.

De Slinger is geboren !

Neem thuis of op school een garendraadje hang er een gewicht aan, bijv. een schaar of zo, en kijk wat er gebeurt.

Om het maar gelijk duidelijk te maken, niet slingeren!

Als je nu het draadje langzaam tussen je vingers ronddraait, dan draait het gewicht ook mee. Die draaiing van het gewicht door de draaiing van het scharnierpunt zal ook bij het slingeren gebeuren.

Nu een heel ander hoofdstuk: Laat het gewicht in een bepaalde richting slingeren. Als er geen krachten naar links of naar rechts op inwerken dan blijft het gewicht in de gekozen richting slingeren.

Die richting veranderd dus niet meer!

Helaas heb je verder niet zo veel aan die slinger in je hand.

Het gewicht wordt door de lucht nogal afgeremd en de schaar zal niet zo lang slingeren.

Wil je dat het slingeren wel wat langer duurt?

Dan een zwaarder gewicht nemen en de draad heel lang.

Scharnierpunt bijv. 70 meter hoog.

Dan heb je een mooie slinger die wel 3 uur in dezelfde richting blijft slingeren, heel mooi.

Wat kun je er mee?

Omdat de slinger in de zelfde richting blijft slingeren gebeurt er iets gek!

In Oldenzaal zul je zien dat de slingerbeweging zich langzaam naar rechts verplaatst.....

Je ziet het wel, maar het is niet zo!!!!!!!

De grond onder de slinger draait naar links

Je kunt dus Zien dat de Aarde draait.

Als je er wat langer bij blijft kun je ook zien hoe hard de Aarde draait

De slinger van Foucault

De Aarde draait, dachten sommige geleerden vroeger, maar hebben door deze uitspraak behoorlijk op hun kop gehad.

Aristarchus van Samos (300 B.C.) was een beetje wereldvreemde professor en de mensen uit zijn tijd geloofden hem niet.

Giordano Bruno (1550) heeft luid en duidelijk gezegd dat de Aarde draait en daarom is hij op een brandstapel verbrand !!

Galilei (1564-1642) wist het zeker. Hij moest zeggen(onder bedreiging met de brandstapel), dat hij zich vergist had. Op zijn sterfbed sprak hij: **En toch beweegt zij !!**

Copernicus ideeën, aangevuld door **Kepler**, bewijzen wel dat de Aarde draait.

Maar we voelen er niets van! En als we goed kijken dan zien we dat de Zon, de Maan en de Sterren om de Aarde heen draaien!

Het is heel lang een ernstig discussiepunt geweest, draait hij nu wel of toch niet ?

Jean-Bernard-Leon Foucault heeft in 1851 iets heel leuks gedaan in Parijs.

Er stond een prachtig mooi en heel hoog gebouw

Het Panthéon.

Hierin heeft hij een slinger opgehangen. Een bal met een gewicht van 28 kilogram aan een draadje van 67 meter lang. Hieronder op de grond een mooie ronde tafel. Rondom op de tafel een dun laagje zand. Slinger werd ongeveer 3 meter uit het midden getrokken en met een touwtje vast gezet. Het touwtje werd met een kaarsvlam doorgebrand en de slinger begon te slingeren, bijna tot 3 meter naar de andere kant en weer terug enz enz. Onder aan de bal zat een pennetje en dat maakte een mooi groefje in het zand op de tafel.

Wel aardig, maar eigenlijk niets bijzonders.

Nu even wat technisch : **Newton** heeft bewezen dat als een bal in beweging is en er geen krachten op werken , deze met dezelfde snelheid in dezelfde richting door blijft bewegen. Logisch toch ?

Terug naar die mooie slinger:

Heel geleidelijk werd de uitslag van de slinger wat minder, want hij slingert door de lucht en dat geeft een remmende kracht op de bal.

Maar er gebeurde ook iets heel geks !!

De slinger was precies Noord- Zuid gestart maar na ongeveer 4 uur slingerde hij van Noordoost naar Zuidwest!! Keurig netjes te zien aan de groefjes in het zand op de tafel.

Dat kan niet volgens Newton !! En die heeft gelijk!

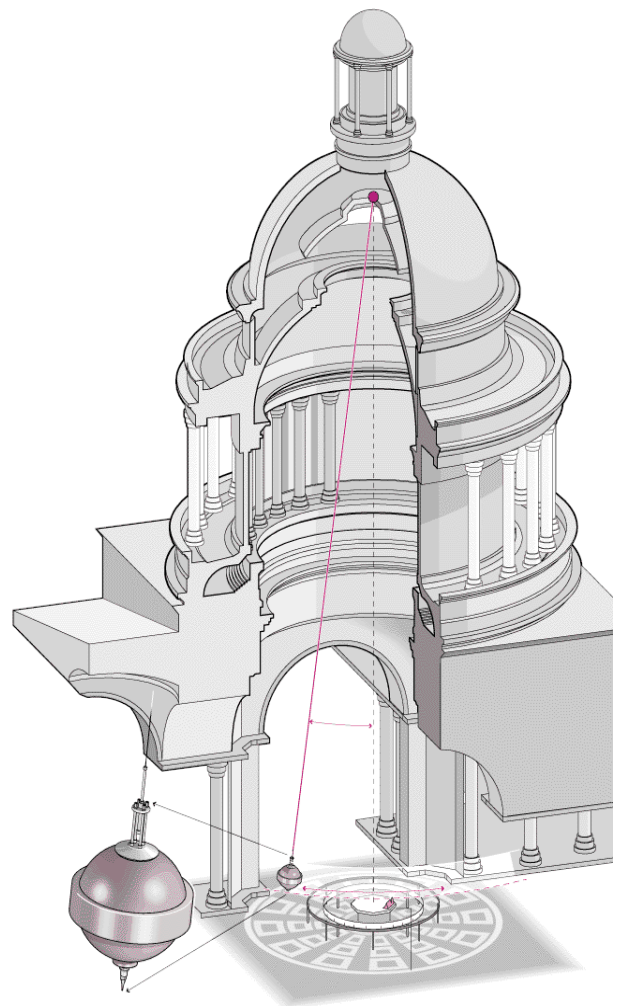
Dus is de tafel onder de slinger linksom gedraaid.

De tafel zit vast aan de Aarde ,dus.....?.

Dus is de Aarde linksom gedraaid!!!!!!!

Natuurlijk kan er iets met de slinger van Foucault mis zijn, maar latere proeven met andere slingers geven hetzelfde resultaat.

Met Google en "Pendulum Foucault" zijn veel details te vinden.



Panthéon Parijs

Slinger van Thij College

Op die mooie school in Oldenzaal is een Slinger gebouwd.
Helaas was op de plaats van de Slinger geen hoogte van 67 meter beschikbaar.
Ook staat er een mooie glazen kast omheen.
Elk uur de slinger even een zetje geven is wat lastig.
Zonder het principe aan te tasten is er, als de bal stil hangt, een elektromagneet geplaatst precies onder de bal. Als hij slingert wordt er heel even aan de bal getrokken, kracht gericht naar het middelpunt, dus geen krachten naar links of rechts.
Kracht niet te groot, dan gaat ruit stuk, ook niet te klein want dan is er maar een beetje uitslag.

In 1931 heeft een Franse Professor Charron een artikel over Slingers geschreven. Door allerlei hele kleine onvolkomenheden is de slingerweg meestal niet recht. Beetje ellipsvorm is favoriet. Ellipsen draaien ook, maar draaiing van de Aarde wordt niet goed weergegeven.
Oplossing is, zoals Foucault ervaren heeft, een hele lange Slinger.
Dit is meestal niet praktisch.
Zijn andere advies is op Thij College uitgevoerd. Iets onder het scharnierpunt een roestvrije stalen ring waar draad, niet te hard, tegen aan komt. Bij het met de hand starten van de slinger zijn ellipsen goed waarneembaar, maar na ong. 20 slingeringen verdwenen.
Omdat die ring er toch moet zijn is het moment dat de draad contact maakt met die ring (d.m.v. signaaldraad) naar het elektrische circuit onder de slinger geleid.
Afstand tussen elk streepje op de glimmende plaat onder de Slinger is drie graden.

Gezien vanaf bijv. Mars draait de Aarde in 23,93 uur rond.
Als de Thij Slinger op de Noordpool staat zal de Aarde er in 23,93 uur onder door draaien.
Ergens anders op de wereld moet deze tijd gedeeld worden door de sinus van de breedtegraad.
Breedtegraad Thij College 52,316 graad. Sinus hiervan 0,791
23,93 uur gedeeld door 0,791 geeft 30,253 uur.

Op het Thij College draait Aarde dus in **30,253 uur** onder Slinger door!

Technische Beschrijving

Op een hoogte van 5,5 meter is een vlak van 40 bij 40 cm aanwezig. Hierop is een dikwandige pijp met flens gemonteerd. Bovenin de pijp is een in hoogte verstelbaar draaipunt gemaakt waar draad aan vast zit. Draaipunt op 5,865 meter en elektrisch geïsoleerd van de pijp.

Onder in pijp de ring van Charron bevestigd.

Vanaf deze pijp loopt signaaldraad naar elektrische deel onder slinger.

Midden van bal (18 Kg.) op 0,315 meter hoog. Totale lengte slinger 5,55 meter. Slingertijd heen en terug is dus 4,70 seconden.

Onder slinger een losse plaat van gepolijst roestvast staal.

Hieronder een houten constructie met in het midden een verstelbare elektromagneet. In de grondplaat van watervast MBF een groef waarin de glazen omkasting rust. De MBF plaat rondom de elektromagneet is zo sterk dat (indien nodig) iemand door het deurtje heen hierop kan staan. Hij kan ook opgeklapt worden. Bij geopend deurtje zijn elektrische delen toegankelijk.

Per uur wordt er 1600 maal geschakeld, per jaar ong. 12.000.000 maal.

Geïnstalleerd is een Moeller Easy 512 PLC en voor het eigenlijke schakelen van elektromagneet een Solid State Relais.

230 Volt komt binnen voor voeding trafo 230ac naar 24dc. Hiermee wordt PLC gevoed. (PLC was toevallig beschikbaar voor 24Vdc, ook 12 Vdc is mogelijk).

Ook de signaaldraad van Charron ring komt hier binnen.

Uitgang van PLC schakelt Solid State Relais. Op uitgang van dit relais is 12Volt dc van aparte computervoeding en elektromagneet aangesloten.

Ook een blusdiode van 10Ampere en een rode signaal led, die aangeeft wanneer elektromagneet bekrachtigd is. Normaal opgenomen vermogen is 30 Watt.

Werking:

Als slingerdraad in contact komt met Charron ring wordt een "tijdreleis" in de PLC gestart van 1,1 seconde. Als contact verbroken wordt en tijdreleis loopt nog, wordt elektromagneet bekrachtigd. Bij normale slag ong. 0,25 sec.

Starten slinger: deur openen en bal aan het slingeren brengen.

Stoppen slinger: deur openen en bal tegenhouden.

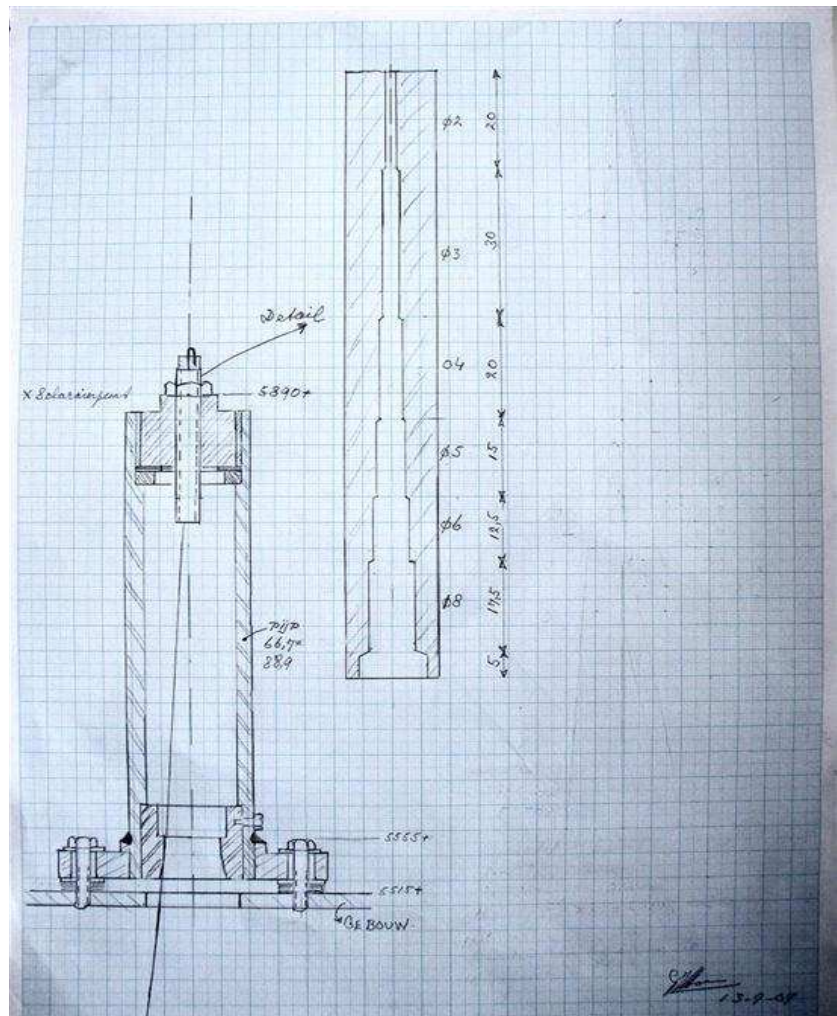
Scharnierpunt boven en ring van Charron onder.

De draad is in een M16 tapeind geklemd in een gat van 2 mm. Om draadbreek te voorkomen is onder dit punt de diameter van het gat geleidelijk vergroot. Bovenop tapeind zit stukje staal met twee gaten van 2 mm. Draad is hier verhit om te monteren. Draad is van Chrom-Silicium, 2mm.dik.

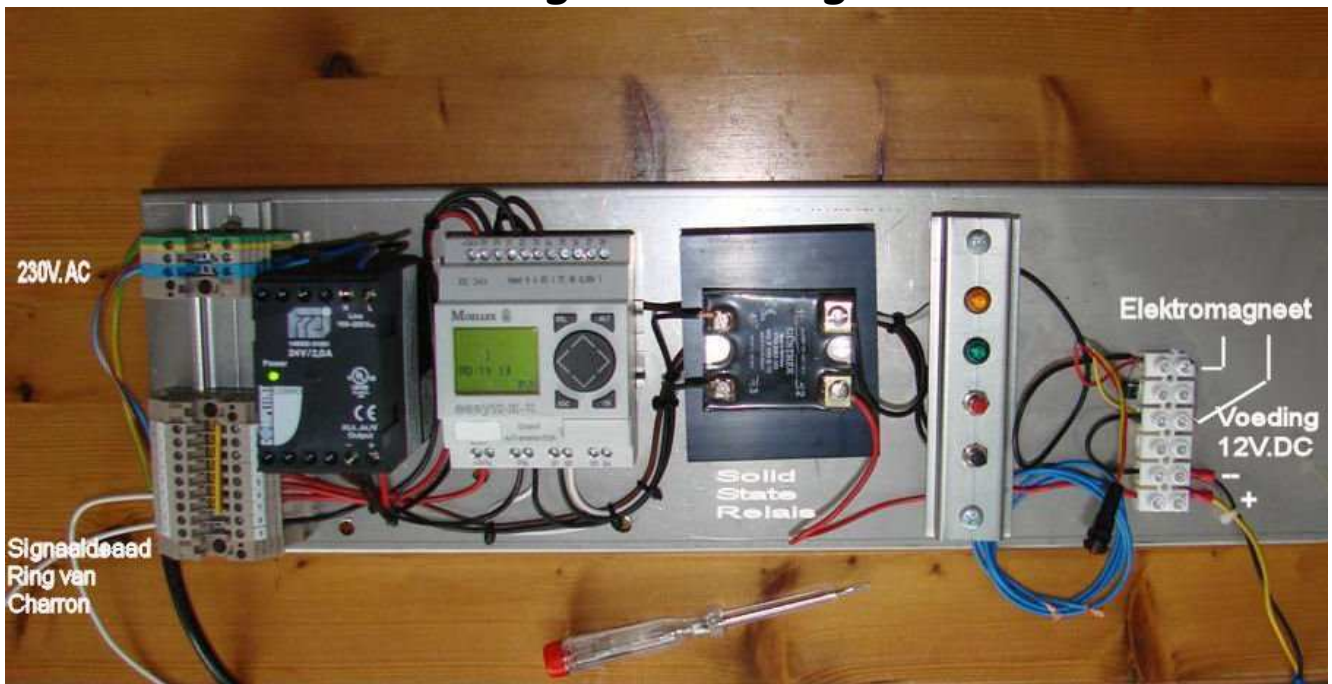
Roestvast stalen tapeind is verstelbaar in stuk roestvast staal. Dit rust op kunststof ringen. Ook zit om dit stuk een kunststof bus. Op dit stuk en op de stalen pijp is een elektrische signaaldraad gemonteerd, waarmee je dus kunt zien dat slingerdraad en ring van Charron contact maken. Charron ring een diameter van 37mm en onderzijde 45 mm. Vulplaatjes onder flens om draad centraal in Charron ring te stellen.

Hoogte van de bal regelen door de schroefdraad uit of in de kop van de houder te draaien. Vastzetten met moer.

Foto laat het afstellen van het geheel zien.



Sturing Elektromagneet



Onder de bodemplaat van de omkasting zit een "vloerput" met 230V.AC en een signaaldraad die van het scharnierpunt op 5,5 meter komt. Zichtbaar links op foto.

230V. gaat ook naar een aparte voeding 230V.ac naar 12V.dc. Deze is rechts onder op de foto aangesloten.

Let bij werkzaamheden heel goed op de polariteit!!!!

Als dit verkeerd gaat zit blusdiode verkeerd om en de uitgaande contacten van Solid State Relais ook. Blusdiode 10 Ampère en Solid State relais kapot, let op dat dit relais een gelijkspanning kan schakelen, bel Conrad!

230V.ac gaat naar voeding 230V.ac/24V.dc die PLC spanning verzorgd.

PLC Moeller Easy is zeer gemakkelijk te programmeren, echter alleen door deskundigen.

Als slingerdraad contact maakt met Charron ring dan wordt "tijdrelais" in PLC gestart.

Even later gaat slinger naar midden en contact met Charron ring wordt verbroken. Nu wordt elektromagneet bekrachtigd totdat "tijdrelais" afgelopen is. Tijdrelais staat op 1,1 seconde. Elektromagneet ong. 0.25 sec bekrachtigd

Slinger grotere slag geven, dan deze tijd vergroten. **Pas op**, op 5,5 meter hoog kan het scharnierpunt wat naar beneden versteld worden. Dan is draad iets minder lang in contact met Charron ring en elektromagneet wordt dus langer bekrachtigd en grotere slag slinger.

Als in twee opvolgende keren de bekrachtiging tijd van de elektromagneet langer is dan 0,45 seconde, dan schakelt PLC af om schade aan glas te voorkomen. Het rode knopje is reset van PLC. Met zwarte knopje kan als test de elektromagneet bekrachtigd worden.

Storingen

De verwachte levensduur van de slingerdraad is groter dan 10 jaar. Er is een reserve draad op school beschikbaar. De draad heeft een walshuid, deze dient t.p.v. Charron ring en hoger door goed schuren verwijderd te worden.

Op contact Charron ring en draad staat 24Vdc en schakelstroom van 7 milliampère. Hier worden geen inbrandingen verwacht, inspectie na 2 jaar.

Onderhoud

Deze totale opstelling is van de school en dus ook van de leerlingen.

Als hij goed onderhouden wordt kan iedereen er van genieten.

Een mogelijk idee is om één persoon, of leerling, te belasten met het mooi houden van de opstelling.

Vingers op buitenkant glas is niet netjes, maar niet te voorkomen. Als deurtje geopend is ligt links tegen het glas een spuitbus van Almeline voor schoonmaken glas. Dit licht opspuiten en met voldoende zacht en schoon papier uitwrijven. Als spuitbus leeg is zijn er waarschijnlijk prima vervangers te vinden.

Mocht er "toevallig" wat in omkasting vallen, dan direct verwijderen.

Gepolijste roestvast stalen plaat onder de bal en bal zelf één maal per week met anti-statische stofdoek afnemen.

Indien nodig één maal per jaar binnenkant glas schoonmaken. Deur open, bal stil zetten en liefst een deken onder bal ter bescherming van plaat. Na schoonmaken, bal voorzichtig weer in beweging zetten.

Algemeen.

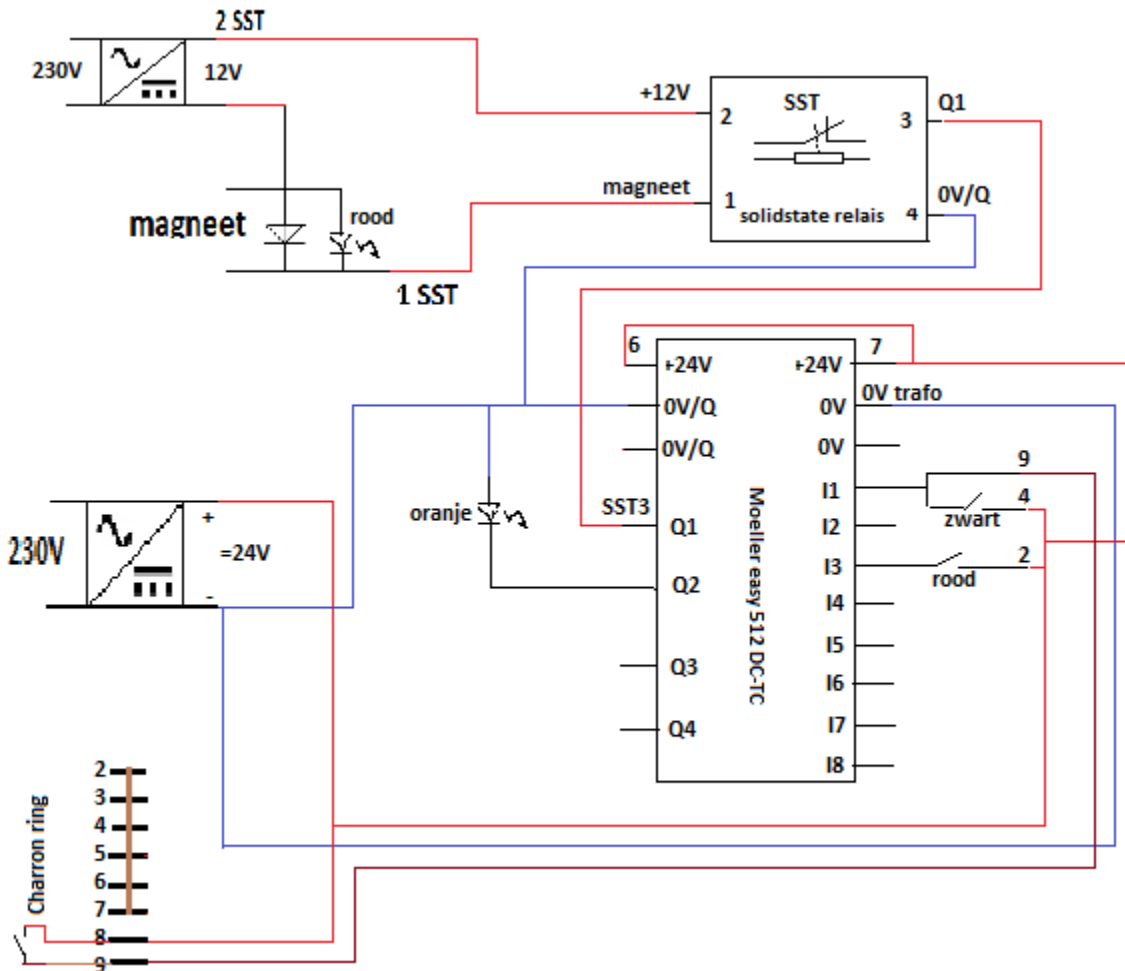
De realisering van deze Foucault Slinger is mogelijk gemaakt door H.Hammink, T. Sanders H.Meek en M.Olderiekerink.

Diverse collegae van mij, B.Kamphuis, T.Nijhuis, G.R.Eisner, T.Bornebroek, M.Pot en K. Ekkelboom hebben een bijdrage bij de praktische uitvoering geleverd.

Voor mij was het een groot genoegen om op zo'n mooie school dit project te realiseren.

Piet van der Hoeven

Elektrisch schema



2.3.4.5.6 en 7 zijn doorverbonden aan de +24V van de trafo
 PLC Moeller easy 512 DC-TC (toa\natuurkunde\slinger van focault\moeller.pdf)