



## 1 De HiSPARC uitleeselektronica

De HiSPARC detectoren bestaan uit een rechthoekige *scintillator* die via een driehoekige *lichtgeleider* verbonden zijn met een *fotobuis* (PMT<sup>1</sup>). De fotobuis is verantwoordelijk voor de detectie van de kleine lichtflitsjes in de scintillator die worden veroorzaakt door geladen deeltjes uit de kosmische straling. Deze lichtflitsjes worden omgezet in een kleine elektrische stroom. Deze stroom wordt door een bekende weerstand geleid en de spanning over deze weerstand kan worden gemeten. Hoe feller het lichtflitsje, hoe hoger de spanning (Figuur 1.1).

De PMTs zijn via lange kabels verbonden met de uitleeselektronica van HiSPARC (het ‘rode kastje’). De uitleeselektronica is verantwoordelijk voor het omzetten van de elektrische spanningen van de PMTs in een signaal dat de computer kan begrijpen.

Iedere 2,5 ns wordt het signaal gemeten met een nauwkeurigheid van 4096 stapjes tussen ongeveer +0,113 V tot −2 V, afhankelijk van de elektronica. Deze stapjes noemen we *ADC counts*. Het *analoge* signaal wordt zo omgezet in een *digitaal* signaal. De chip die daarvoor verantwoordelijk is heet dan ook een *Analog Digital Converter* (ADC). Snelle ADCs zijn echter erg duur. Daarom is ervoor gekozen om niet één ADC te gebruiken die samplet met 2,5 ns, maar twee ADCs die ieder samplen met 5 ns. Deze twee ADCs worden dan om en om gebruikt. Een digitale klok met een frequentie van 200 MHz regelt het uitlezen. Eén ADC wordt uitgelezen als de klokpuls omhoog gaat, de ander als de klokpuls omlaag gaat. Zie Figuur 1.2 voor een schematische voorstelling.

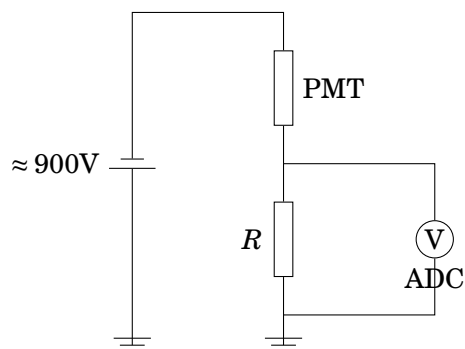
Het is belangrijk dat de twee ADCs zijn *uitgelijnd*. Dat wil zeggen: dat de ADCs het eens zijn over hoeveel ADC counts overeenkomen met, bijvoorbeeld, 1 V. Zijn de ADCs ten opzichte van elkaar verschoven, dan ontstaat een driehoekig digitaal signaal zoals weergegeven in Figuur 1.3.

## 2 Uitlijnen van de ADCs

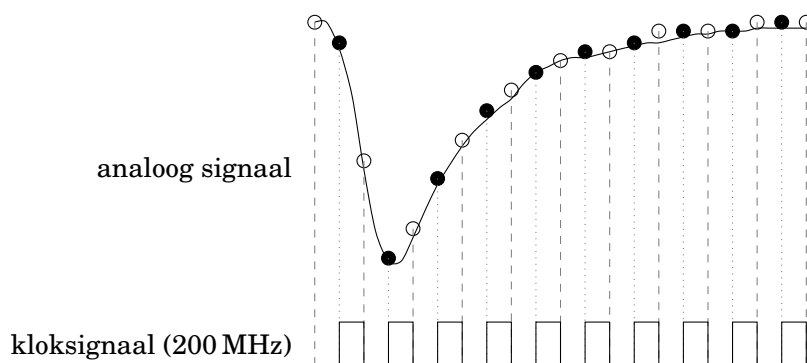
Het uitlijnen van de ADCs is een volautomatisch proces, maar moet wel door de gebruiker gestart worden. Doorloop daarvoor het volgende stappenplan:

1. Zorg er voor dat het data acquisitie programma (DAQ) draait.
2. Stop de data acquisitie door op de knop *STOP DAQ* te klikken (Figuur 2.1a).
3. Als daarom gevraagd wordt, kies *Expert Mode* (Figuur 2.1b).
4. Als het programma weer draait, klik dan op de tab *ADC alignment*, rechtsboven in beeld (Figuur 2.1c).
5. Klik op de *Start Alignment* knop, rechtsboven (Figuur 2.1d).

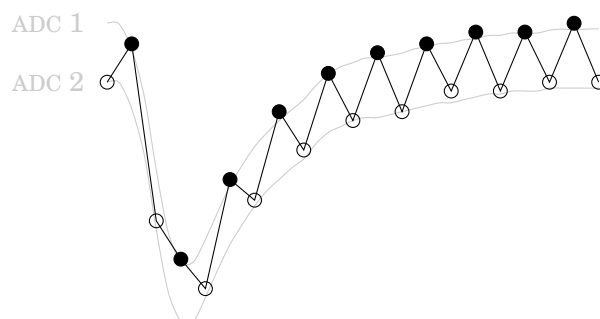
<sup>1</sup>PMT staat voor PhotoMultiplier Tube (fotoversterkerbuis).



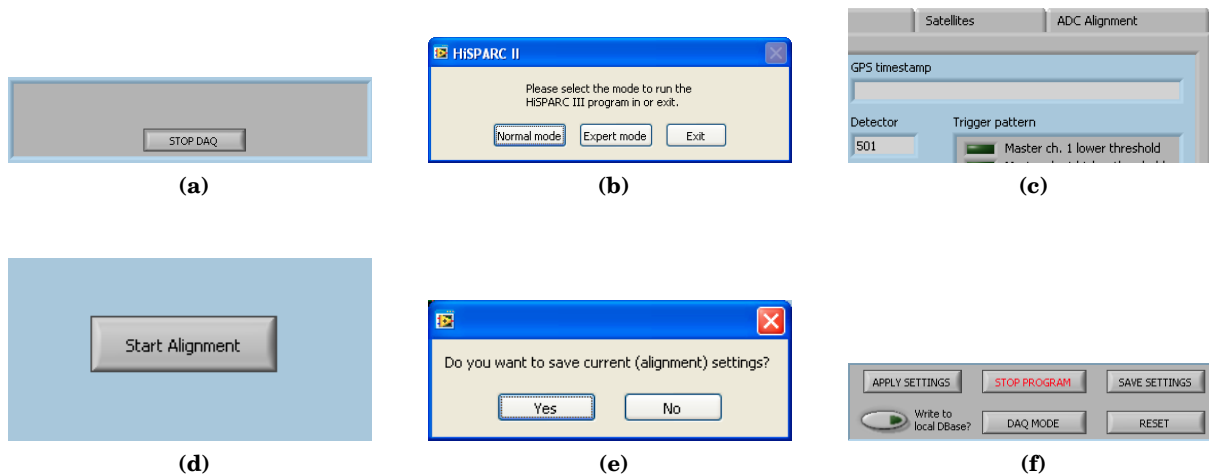
**Figuur 1.1** – Vereenvoudigd elektrisch schema van het uitlezen van een PMT. Op de PMT staat een hoogspanning van ongeveer 900 V, variërend van buis tot buis. De stroom uit de PMT wordt via een bekende weerstand  $R$  naar de aarde geleid. De spanning over deze weerstand wordt uitgelezen door de ADCs.



**Figuur 1.2** – Het samplen van het analoge signaal wordt uitgevoerd door twee ADCs. De ADCs nemen om de beurt een sample en zetten het analoge signaal om in een digitaal signaal. Omdat het digitale signaal slechts 4096 stapjes heeft, is het een *benadering* van het analoge signaal. Dit kun je zien aan de samples die niet exact op het analoge signaal liggen. Eén van de ADCs (witte rondjes) wordt geklokt op de neergaande flank van het kloksignaal, de andere ADC (zwarte rondjes) wordt geklokt op de opgaande flank.



**Figuur 1.3** – Wanneer de twee ADCs niet netjes zijn uitgelijnd, zien ze het analoge signaal met een verschuiving. Hoewel iedere ADC het signaal netjes samplet, ziet de combinatie van de twee ADCs er slecht uit.



**Figuur 2.1** – Screenshots van de DAQ software. Deze verduidelijken de verschillende stappen voor het uitlijnen van de ADCs. Zie de beschrijving in de lopende tekst.

6. Nadat de procedure is afgerond, kies *Yes* op de vraag: *Do you want to save current (alignment) settings?* (Figuur 2.1e).
7. Klik op de knop *DAQ MODE* (Figuur 2.1f).

Voor meer informatie over de bediening van de DAQ software, zie [1].

## Referenties

- [1] Het HiSPARC team, *HiSPARC software documentatie* (2009–2012), <https://docs.hisparc.nl/station-software/doc/>.