

W126Cφ329



NATIONAAL INSTITUUT VOOR KERNFYSICA EN HOGE-ENERGIEFYSICA

R. STROO, H. SCHWEBKE, E. HEINE

MEA VAKUUM SYSTEEM

AFDELINGSRAPPORT  
NIKHEF-K-  
LINO-120.

MEA vakuüm systeem

-----

R.Stroo, H.Schwebke, E.Heine, 31-12-84

# MEA vacuüm systeem

## Inhoud

	pag.
1. Inleiding	2
2. De opbouw van het vacuümsysteem	3
2.1. Klystron vacuüm systeem	3
2.2. Het bundelgeleidingssysteem	4
2.2.1. Beveiliging	4
3. Vakuümapparatuur	6
3.1. De diodepomp	6
3.2. De triodepomp	7
3.3. De pompkar	8
4. Afsluiters	9
4.1. Langzame klep	9
4.2. Snelle klep	9
4.3. Handafsluiters	9
5. Meetinstrumenten	10
5.1. Warmtemeter	10
5.2. Ionisatie meter	11
5.3. VFC	11
5.4. Deeldruk meter	12
6. Vakuüm bediening	13
6.1. Kommando's	13
6.2. Meldingen	14
6.3. Storingen	15
7. Referenties	16

1. Inleiding.

Dit rapport is geschreven om een inzicht te geven hoe het vacuüm-systeem tot nu opgebouwd is langs de versneller en hoe dit eventueel verbeterd zou kunnen worden.

Het vacuumniveau langs de gehele MEA dient ten minste  $10^{-7}$  Torr te bedragen omdat de, bij een hoge duty cycle machine optredende, veldsterkten aanleiding geven tot multipactering, met name in de rechthoekige golfpijpen, ook dient de vervuiling van de injector-kathode tot een minimum beperkt te blijven.

2. De opbouw van het vakuumsysteem

Het MEA-vakuumsysteem is opgebouwd uit twee gedeeltes: n.l.

- (1) klystron systeem
- (2) bundel geleiding systeem.

2.1. Klystron vacuüm systeem

Het klystronsysteem bevat slechts een vakuumpomp n.l. een diodepomp van 8l/s merk Varian [ref.5.]. De voeding van deze pomp is een Varian universele voeding type 929-0062, waarop een "pressure relay unit" [ref.10.] type 929-0047 is aangesloten. Via de recorderuitgang kan d.m.v. een vfc-uitlezing de vakuümstroom aan de console worden uitgelezen.

Het klystronsysteem is gekoppeld aan het bundel geleiding systeem d.m.v. twee vensters. Tussen deze twee vensters is een overdruk aangebracht van stikstof voor hoogfrequenttechnische redenen. Door deze opbouw kan het klystron zonder een van beide systemen te beluchten gewisseld worden. Het klystron is continue onder vakuüm, er is dan ook geen extra pompaansluiting aangebracht. Indien het vakuüm dus te slecht wordt, zal het klystron voor reparatie naar de fabrikant moeten worden opgestuurd.

De eisen die door de fabrikant m.b.t. het vakuüm gesteld zijn:

- (1) tijdens opregelen van de gloeidraad  $I_{vf} < 100\mu A$ .
- (2) tijdens bedrijf, met of zonder hf, 1MW mode,  $I_{vf} < 40\mu A$ ,  
2MW mode,  $I_{vf} < 20\mu A$ ,  
4MW mode,  $I_{vf} < 10\mu A$ .
- (3) er dient continue aan het klystron gepompt te worden.

De pressure relay unit is afgesteld op een tripniveau van  $20\mu A$ , een reset volgt bij  $I < 18\mu A$ .

Indien het klystron voor lange duur wordt opgeslagen dient deze aangesloten te worden op een vakuümvoeding. Daartoe is dan ook een speciale voeding gemaakt [ref.3.]. De druk in het klystron ligt in het  $10^{-8}$ Torr gebied.

Voor de werking van een klystron zie [ref.7.].

2.2. Het bundel geleiding systeem

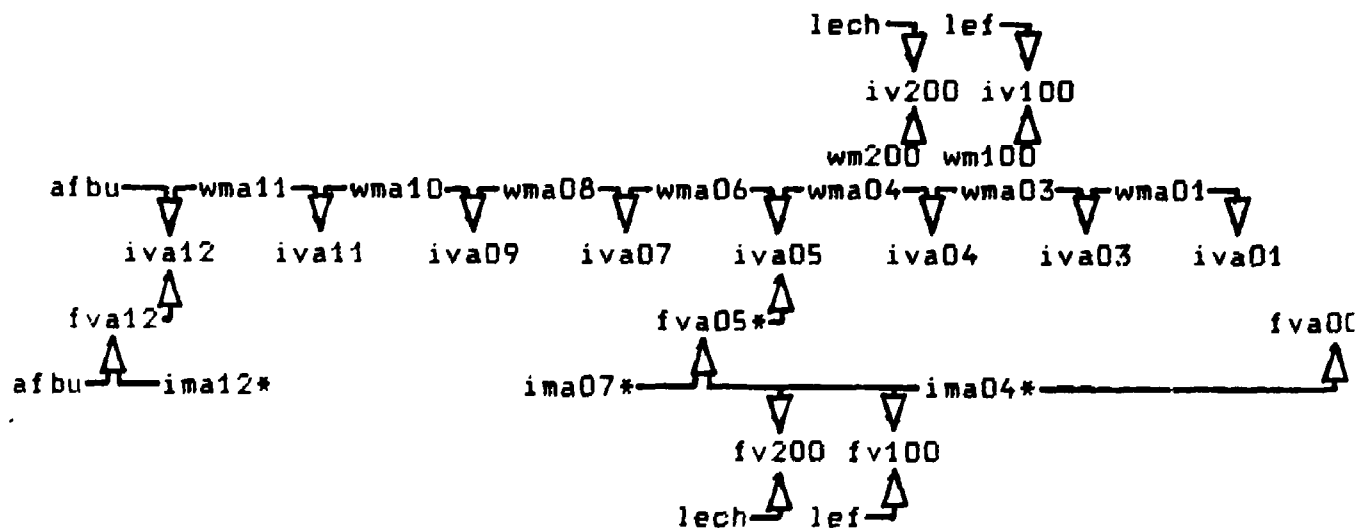
Vanaf het venster naar het bundelgeleidingssysteem loopt een recht hoekige golfpijp, hierlangs wordt het hoogfrequent vermogen getransporteerd. Aan deze golfpijp wordt gepompt met een 30l/s triodepomp. Ook hier is een beveiliging aangebracht, dat als de vakuümstroom te hoog wordt ( $>70\mu A$ ) het hoogfrequent wordt afgeschakeld. De MEA is opgedeeld in diverse gedeeltes, de gedeeltes worden afgesloten door langzame kleppen, elk gedeelte is opgebouwd uit vier secties. Per sectie wordt gepompt met twee triodepompen van 60l/s, aan de driftsectie met een pomp van 30l/s en aan de splitter met een 30l/s pomp, die aangesloten zijn op een meervoudige pompvoeding voor 180l/s [ref.6.]. Alle afgaande bundellijnen kunnen afzonderlijk worden afgesloten door een langzame- en snelle-klep combinatie. Aangezien de triodepomp slechts pompt vanaf  $10^{-4}$ Torr, is een verplaatsbare pompunit aanwezig om tot  $10^{-4}$ Torr te pompen, tevens is op deze pompkar een lekkentester aangebracht. De tekening op blz.5 geeft een volledig overzicht van het vakuüm systeem by de versneller op dit moment.

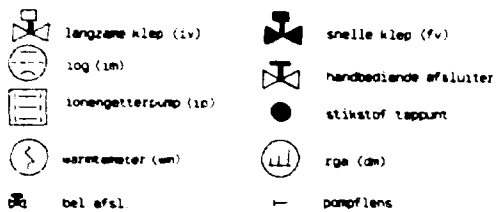
2.2.1. Beveiliging bundel geleiding systeem.

Zoals al genoemd is, wordt er beveiligd, tegen lekken, via warmtemeters en langzame kleppen. Dit soort beveiliging spreekt pas aan bij een druk van  $10^{-3}$ Torr en is traag. Een snellere beveiliging levert een systeem van ionisatie meters en snelle kleppen op.

Onderstaand schema geeft het verband, zie ook het schema blz.5.

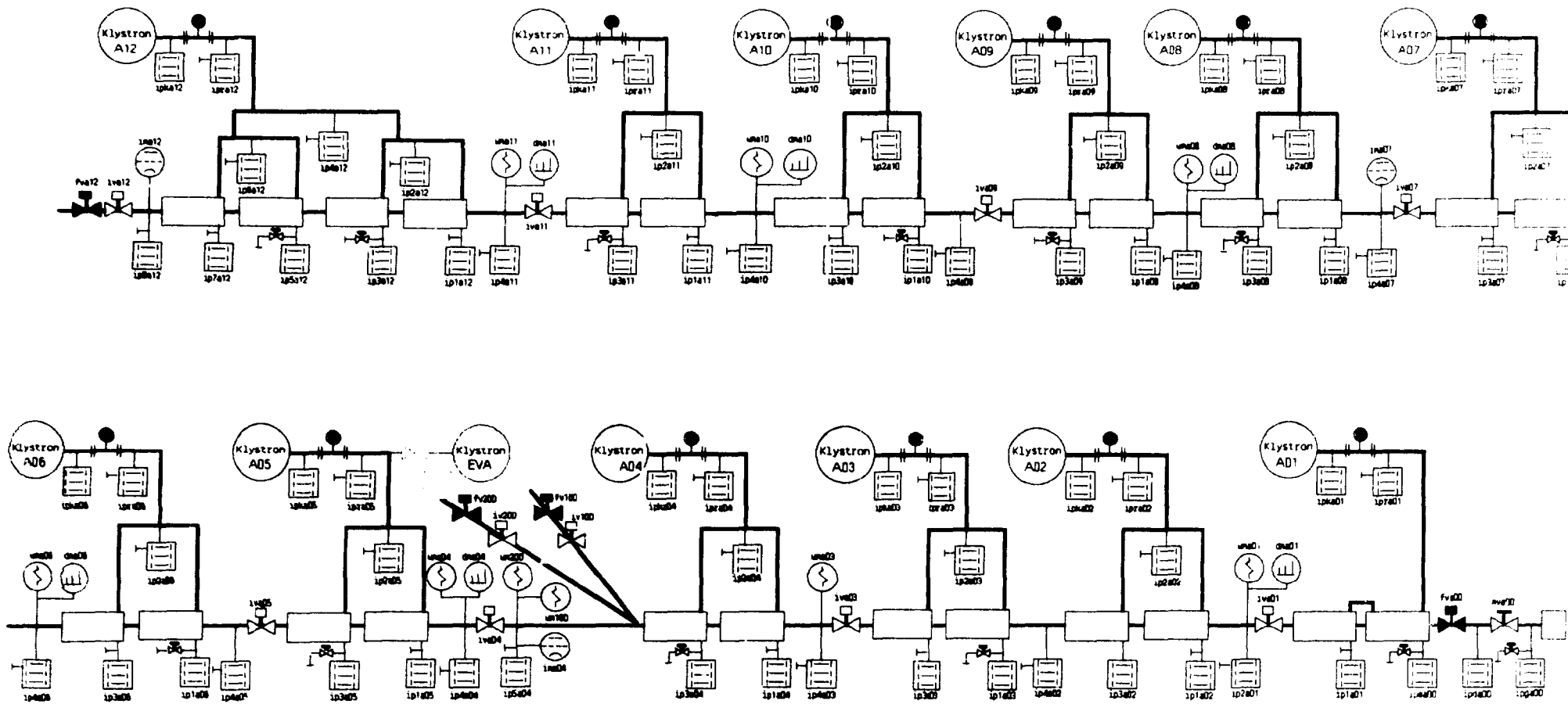
- wm = warmte meter
- im = ionisatie meter
- iv = langzame klep
- fv = snelle klep
- \* = nog niet geïnstalleerd





# MEA vakuüm—system

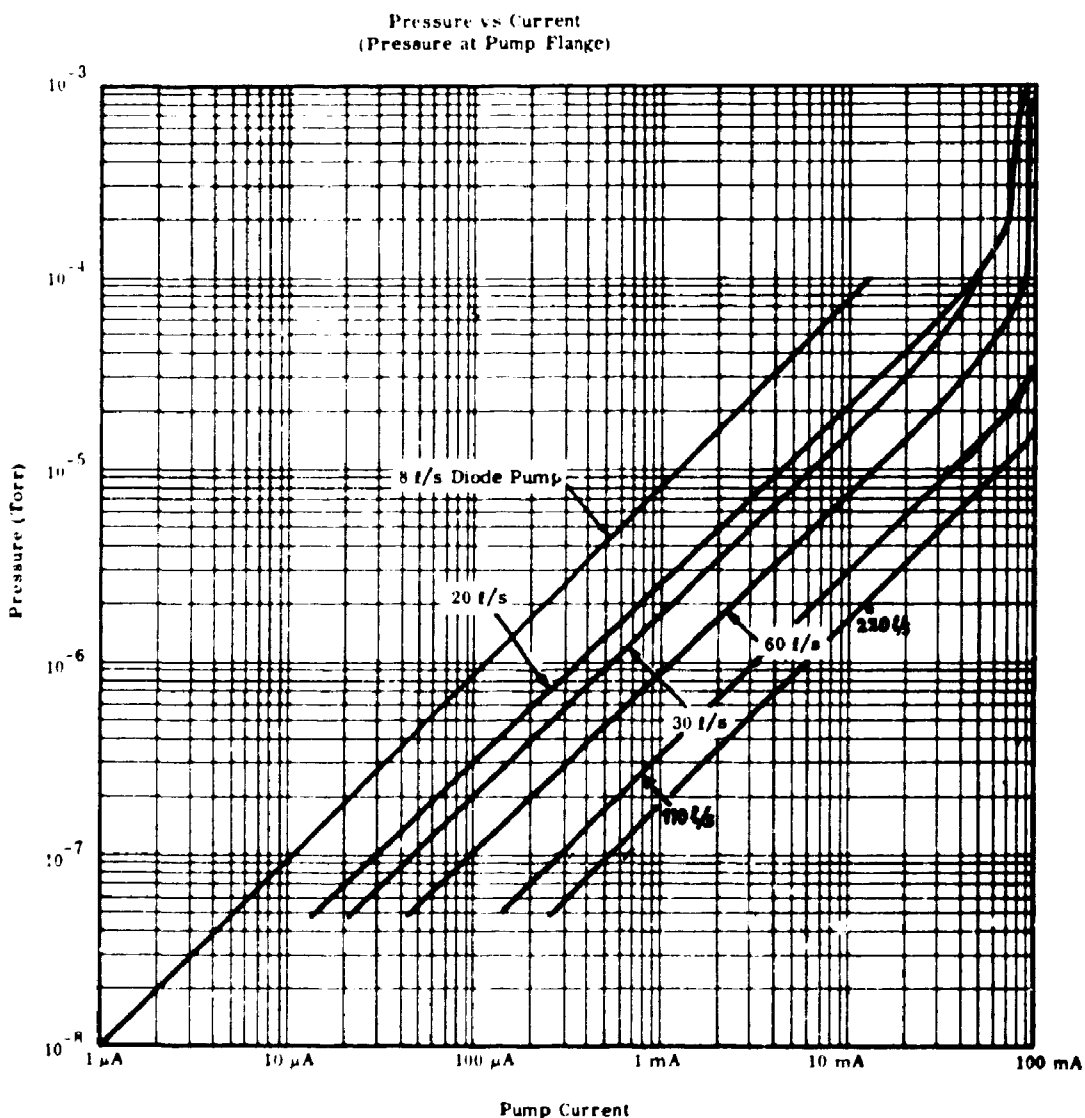
850118 en



2.3. De diodepomp

De anode bestaat uit een rooster van cellen, ter weerszijden daarvan bevinden zich kathodeplaten van titaan. Het magnetisch veld wordt door permanente magneten opgewekt, die buiten het vakuümvat zijn geplaatst. Elektronen zullen tengevolge van het magneetveld en het aangelegde potentiaalverschil (3,3kV) in spiraalvormige banen oscilleren door het rooster van de ene kathode naar de andere gaan en het gas ioniseren. De gevormde ionen zullen in de kathode worden geschoten. De titaan kathode zal verstuiven en zal op de wanden neerslaan en het geïoniseerde gas invangen.

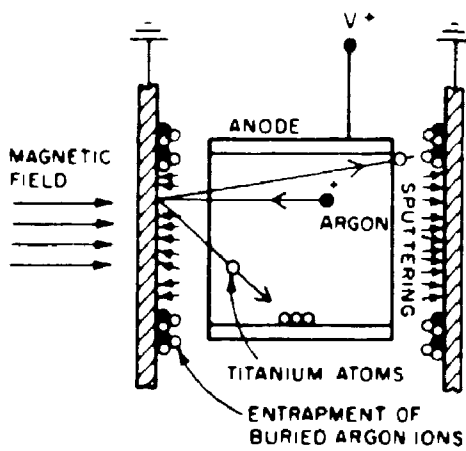
Hoe meer gas aanwezig is, hoe meer ionen gevormd worden, hoe meer titaan verstoven zal worden, zodat meer gas wordt verpompt. De diodepompen verpompen edelgassen slecht.



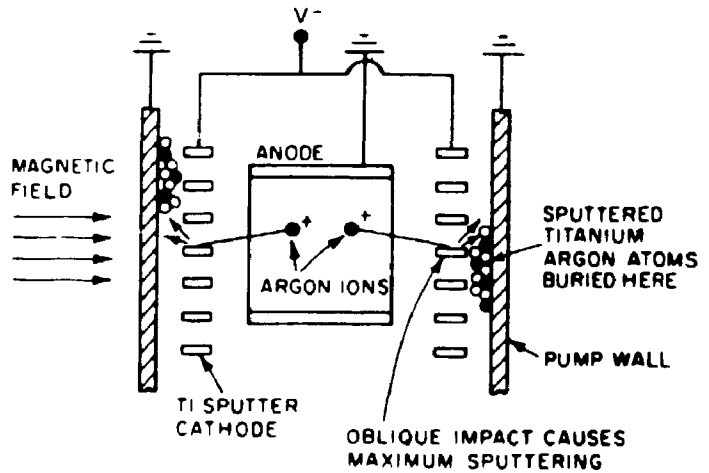


2.4. De triodepomp

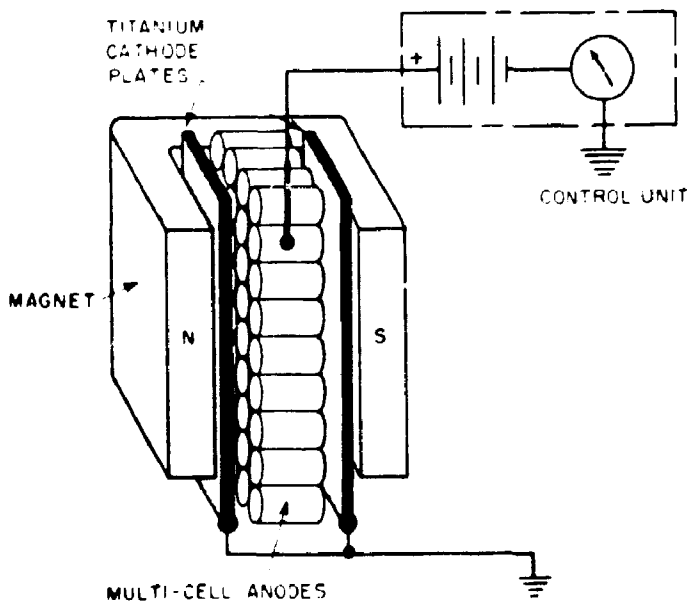
De werking van de triodepomp is dezelfde als die van de diodepomp met dit verschil dat de kathode als een rooster is uitgevoerd en dat de aangelegde spanning 6kV bedraagt. Hierdoor zal meer titaan verstoven worden waardoor de pompsnelheid zal toenemen. Edelgassen worden door de triodepomp beter verpompt als door de diode pomp. Het pompegebied van beide pompen is  $10^{-4}$  tot  $10^{-9}$ Torr.



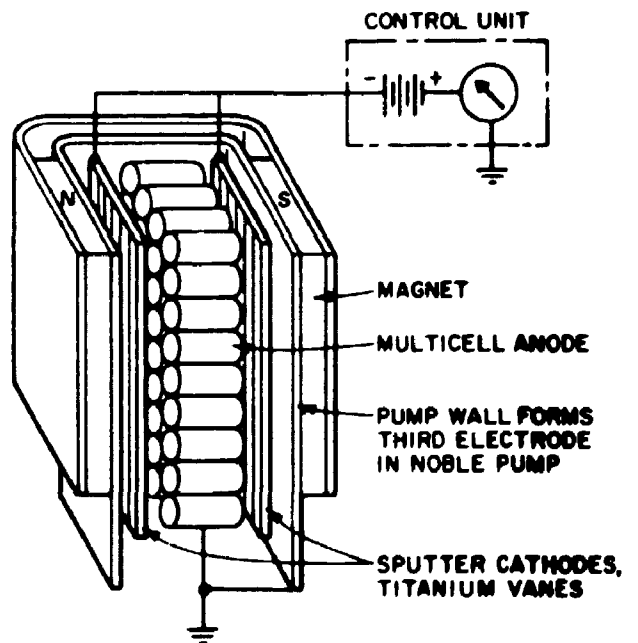
(a) Standard Vaclon Pump



(b) Noble Vaclon Pump



(a) Diode Pump



(b) Triode (Noble) Pompe

2.5. De pompkar.

De pompkar is een verplaatsbare pompunit die op diverse plaatsen in het mea vacuümsysteem aangesloten kan worden, doordat deze pompkar is opgebouwd uit een turbomolekulaire pomp in combinatie met een voorpomp, kan deze unit vanaf luchtdruk tot in het  $10^{-6}$ Torr gebied pompen. Vervolgens kan dan overgeschakeld worden naar de systeempompen. In deze kar is ook een R.G.A. kop (zie 5.3.) aangebracht, zodat snel lekken in het systeem opgespoord kunnen worden. Het voordeel van deze opbouw is, dat niet eerst een aparte lekken-testunit moet worden opgestart, maar dat direct na het opstarten van de kar begonnen kan worden met lekken zoeken, indien de druk beter is dan  $10^{-5}$ Torr.

### 3. Afsluiters

#### 3.1. Langzame klep

De langzame kleppen (Isolation Valve, IV) worden gebruikt voor zowel beveiliging als voor vakuümafdichting bij werkzaamheden aan de versneller. De IV's kunnen alleen lokaal bediend worden. De IV's worden elektrisch gestuurd, een slipkoppeling zorgt ervoor dat de klep met steeds dezelfde druk wordt dichtgezet.

Deze slipkoppeling blijkt echter nogal wat te verlopen waardoor de klepzitting beschadigd. De klep dicht hierdoor niet meer goed af. Regelmatig onderhoud is dus noodzakelijk.

De sluitingstijd is 2 sec en de afdichting is  $< 1 \times 10^{-9}$  Torr l/s. Voor elektrische schema's zie [ref.8.].

#### 3.2. Snelle klep

De snelle kleppen (Fast Valve, FV) zijn uitsluitend aangebracht voor beveiliging, de FV wordt in principe altijd in combinatie met een IV gebruikt omdat de FV niet goed afdicht en omdat een IV te langzaam is. Als de FV dichtgaat zal vervolgens de IV dichtgaan, vervolgens gaat de FV weer open om te voorkomen dat er een luchtkamer tussen beide kleppen blijft, wat erg vervelend is bij afpompen. Tussen deze beide kleppen kan n.l. niet gepompt worden.

De FV dicht af via een indiumzitting die geforceerd wordt. De FV kan bij herhaald gebruik gaan lekken aan de indiumpakking. De pakking dient dan ook na elke tien bewegingen omgesmolten te worden [ref.4.]. De bij A12 en bij de injectorkop geplaatste FV is van het type SLAC met een sluitingstijd van 8 msec en met een afdichting van  $< 1 \times 10^{-10}$  Torr l/s.

De bij LEF en LECH geplaatste FV is van het type SACLAY met een sluitingstijd van 15 msec en met een afdichting  $< 1 \times 10^{-10}$  Torr l/s.

De afdichtingsgetallen gelden alleen voor nieuw afgestelde kleppen. Door invloed van straling en materiaalvervorming zal de klep in de praktijk slechter afdichten, vandaar de combinatie met een langzame klep.

Voor elektrische schema's zie [ref.8.].

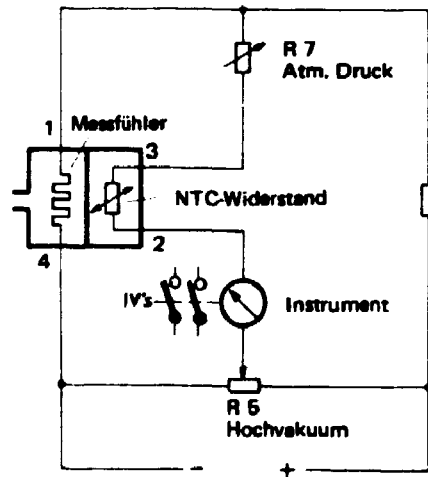
#### 3.3. Handafsluiters

Handafsluiters zijn op diverse plaatsen aangebracht om een sectie onder vakuüm te brengen met behulp van de pompkar. De kleppen zijn van Ribier en hebben een all-metal afdichting, ze worden met een momentsleutel gesloten. Afsluiting bij 3,5-4 Kg/cm<sup>2</sup>. De bij de injectorkop geplaatste handafsluiter dient er tevens voor om veilig onderhoud aan de injectorkop te plegen.

4. Meetinstrumenten

4.1. Warmtemeter

De bij MEA gebruikte warmtemeters zijn allemaal van het type Pirani. De werking van deze Pirani is als volgt: aangezien de warmtegeleiding in gassen druk afhankelijk is, plaatst men in het vakuüm een weerstandsdraad en plaatst deze vervolgens in een brug van Wheatstone. Doordat men een zeer dunne draad met een lage warmtecapaciteit gebruikt, zal elke drukverandering binnen de seconde af te lezen zijn. De ingebouwde ntc-weerstand wordt gebruikt om de omgevingstemperatuur te compenseren. Het bereik van de Piranimeter is van 2 tot  $10^{-3}$ Torr. Het gebruikte type is Balzers TPG031 [ref.1.]. De uitlezing gebeurt via een meter met daarop aangesloten een relais. Een trigger uitgang wordt gebruikt om evt. kleppen te sturen [ref.9.]. De afstelling van het relais is zeer ongevoelig.



#### 4.2. Ionisatie meter

De ionisatie meter (IM) of ion gauge (IOG) is een vakuüm meter die in een hoger vakuüm gebied meet n.l. van  $10^{-3}$  tot  $10^{-9}$ Torr. Bij lage drukken is het aantal positieve ionen dat gevormd wordt in een gas door botsingen van elektronen die een bepaalde energie hebben met gasmoleculen, evenredig met het produkt van de druk en elektronenstroom. Van deze relatie wordt gebruik gemaakt in een ionisatiemanometer, die in principe bestaat uit een triode die met het vakuümsysteem is verbonden. Elektronen worden door de hete kathode geëmitteerd en door een rooster versneld (100V). De meeste elektronen schieten door het rooster heen en zullen het gas, dat zich in de ruimte tussen rooster en collector bevindt, bombarderen. Omdat de collector negatief (-47V) is, zullen elektronen weer terugkeren en op het rooster terechtkomen. De positieve ionen die ontstaan tussen rooster en collector zullen door de collector worden ingevangen. Deze stroom is een maat voor de druk. De emissiestroom dient dus voor een betrouwbare meting zeer constant te zijn. De bij MEA gebruikte meters zijn van het type Ionisation vakuüm meter JMS 070 [ref.2.].

#### 4.3. VFC

Alle vacuüm-pomp voedingen hebben een analoge recorder uitgang evenredig met de druk. De uitgangsspanning wordt via een Voltage-to-Frequency-Converter omgevormd tot een frekwentie. Deze frekwentie (0-100kHz) wordt 8-bits nauwkeurig geteld door camac-computersysteem. Op deze manier is via het console het vakuüm af te lezen als druk of pompstroom, afhankelijk van conversie programma's.

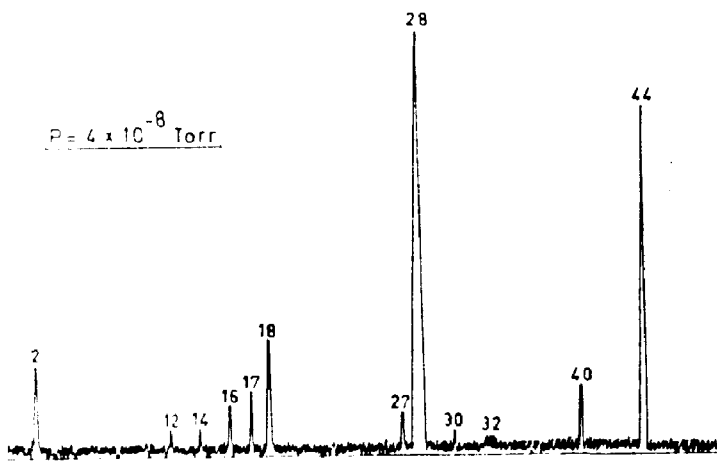
4.4. Deeldruk meter

Op diverse plaatsen langs de versneller zijn deeldruk meters (DM) of rest gas analyse (RGA) koppen aangebracht. Dit verschaft ons de mogelijkheid om, indien er zich problemen met het vacuüm voordoen:

- (1) te bepalen of er zich een lek in het systeem bevindt.
- (2) te onderzoeken welk soort gas er ingelekt is.

Een "gewoon" lek in het systeem kan ook met een tester opgespoord worden. Indien er zich echter bijv. een in de koelwaterleiding bevindt, zodat er water naar binnen lekt en geen lucht, dan kan die onderkend worden met dit systeem.

*Veel voorkomende componenten in restgas-analyses*



*Voorbeeld van een restgas-analyse.*

Massa	Gas	Symbol
1	Waterstofatoom	H <sup>+</sup>
2	Waterst. molecuul	H <sub>2</sub> <sup>+</sup>
4	Helium	He <sup>+</sup>
12	Koolstof	C <sup>+</sup>
13		CH <sup>+</sup>
14	Stikstofatoom, en CH <sub>2</sub> <sup>+</sup>	N <sup>+</sup> en CH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
15		CH <sub>3</sub> <sup>+</sup>
16	Zuurstofatoom en methaan	O <sup>+</sup> en CH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
17		OH <sup>+</sup>
18	Water	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
20	Neon	Ne <sup>+</sup> (en Ar <sup>++</sup> )
28	Stikstofmol. en koolmonoxyde	N <sub>2</sub> <sup>+</sup> en CO <sup>+</sup>
32	Zuurstofmolecuul	O <sub>2</sub> <sup>+</sup>
40	Argon	Ar <sup>+</sup>
44	Kooldioxyde	CO <sub>2</sub> <sup>+</sup>

Principe van de deeldruk meter in de pompkar.

In de pompkar is ook een deeldruk meter-kop aangebracht, die werkt volgens het principe van de quadrupool massaspectrometer [ref.11.].

De in een ionenbron gevormde ionen worden in een, uit vier staven bestaand analyse systeem geschoten. De tegenover elkaar liggende staven worden elektrisch met elkaar doorverbonden. Op beide paren staven worden een gelijkspanning en een hoogfrequent spanning aangebracht. Ionen, die in het zo gevormde elektrische quadrupoolveld worden geschoten, zullen een slingerende beweging gaan maken om de centrale as, die loopt in de lengterichting van de staven, alleen die ionen die bij een bepaalde spanningswaarde de geschikte massa-lading verhouding hebben, zullen een "stabiele" baan krijgen en het analysedeel kunnen doorlopen.

Door nu de frequentie of de amplitude van de hoogfrequent spanning te variëren ontstaat een maat voor de ingevangen massa's.

Als referentie kan aan een "ijk"-lek gemeten worden.

## 5. Vacuüm bediening

### 5.1. Kommando's.

Voor de operator zijn een aantal kommando's beschikbaar n.l.;

vac.stat <stat>	:	geeft de status van het vacuümsysteem. <stat>=a01-a12
vac.curr <stat>	:	geeft een statische weergave van de vacuümstromen in het gevraagde station. <stat>=a01-a12,mea
vac.curr <mea> print	:	geeft een gedrukte statische weergave van de vacuümstromen langs de MEA (op de printer in de bedieningskamer).
vac.vfc <stat>	:	geeft de vfc-waarden van de vacuümstromen on line. <stat>=a01-a12
vfc <a00> <vccgun> <on/off>	:	logged de vacuümstroom van de gun.
vfc <a00> <vccds > <on/off>	:	logged de vacuümstroom van de driftsectie.
vfc <a00> <vccawg> <on/off>	:	logged de vacuümstroom van de accelerators wave guide.
vfc <stat> <vccsec> <on/off>	:	logged de vacuümstroom van vier secties in stat.
vfc <stat> <vccrwg> <on/off>	:	logged de vacuümstroom van rwg (venster) in stat.
vfc <stat> <vcckl > <on/off>	:	logged de vacuümstroom van het klystron in stat. <stat>=a01-a12

Verder wordt op de kleurendisplay bijgehouden of het vacuüm in de diverse stations ok is.

Als een vakje rood oplicht is of de klep dicht en/of de pirani is aangesproken of de vacuüm sectie voeding is aangesproken.

Voor de statistiek bestaat er een systeem programma;

/system/bin/rapport vac\_curr\_week

dit geeft de druk van de secties gedurende de laatste 8 dagen. Het meet-tijdstip is 5.03h in de ochtend.

## MEA vacuüm systeem

### 5.2. Meldingen.

Meldingen die op de console terminal kunnen verschijnen:

axx: vacuum valve            not ok    :indien het vacuüm in het desbetreffende station weer in orde is (evt. na een reset) kan de klep lokaal geopend worden.

axx: vac.sec error  
axx: vacuum section           not ok    :met vac.curr axx kan men de vacuümstroom van het station axx uitlezen, bij  $I < 2,8\text{mA}$  kan men resetten via kommando: rf.reset axx. of lokaal in kast E.

axx: vac.rwg error  
axx: vacuum rwg               not ok    :dit kan verholpen worden met het rf.reset axx kommando, uitlezing van de stroom kan via vac.curr axx bij  $I < 70\mu\text{A}$  kan gereset worden. of lokaal in kast D.

axx: vacuum valve or pirani                           not ok    :niet in elk station is een pirani of een klep aangebracht lokaal dient dus gekeken te worden wat er aan de hand is. de klep kan geopend worden als het vacuüm beter is als  $I < 2,8\text{mA}$ , indien de pirani is aan gesproken dient een vacuümexpert geraadpleegd te worden. de klepsturing bevindt zich in kast C en de pirani in kast D.

axx: vacuum klystron           not ok    :deze foutmelding verdwijnt automatisch nadat de vacuümstroom voldoende gezakt is  $I < 18\mu\text{A}$ , men dient wel het kommando dig.reset axx te geven, controleren kan met mc.stat axx. Indien deze melding tijdens het eerste half uur van de gloeidraad opregelcyclus verschijnt zal deze cyclus onderbroken worden. de voeding bevindt zich in kast E.

Achter deze meldingen verschijnt vaak een nummer bijv. [10], door nummer 10 te doen verschijnt ook nog enige hulp omtrent het oplossen van de foutmelding.



### 5.3. Storingen.

De storingen zijn te verdelen in vier types n.l.:

- (1) een vacuümstoring in de versneller,
- (2) een vacuümstoring in een van de afgaande bundelkanalen,
- (3) een vacuümstoring in het klystronsysteem,
- (4) een vacuümstoring aan het venster.

Voor het oplossen van alle vacuümstoringen geldt dat je nauwkeurig in het logboek vermeldt wat er gebeurt is en welke acties je hebt ondernomen. Indien je de storing niet zelf kan verhelpen raadpleeg dan een vacuümspecialist zodat hij je misschien verder kan helpen of in ieder geval uit eerste hand heeft vernomen wat de problemen zijn.

Laat een vacuümvoeding NOOIT achter met de schakelaar in de stand start, maar altijd in de stand protect of anders uit!!

1. Als er een vacuümsectie voeding (kast B.) is uitgevallen controleer dan of de kleppen naar de aangrenzende stations dicht zijn en sluit ze zonodig. Controleer het vacuüm in de aangrenzende stations en sluit hier indien nodig ook de kleppen. Kijk of de kleppen A12, A00, IV101(lef), IV201(lech) dicht gevallen zijn, zoniet sluit ze dan alsnog. Kijk op de warmtemeter die bij het station hoort waar de storing is opgetreden, is het vacuüm beter dan  $10^{-3}$ Torr probeer dan de vacuümsectievoeding weer op te starten (schakelaar op start, voeding aanzetten en na verloop van tijd schakelaar van start naar protect zetten).
2. Bij een vacuümstoring in de afgaande kanalen sluit je de kleppen A12, A00, IV101(lef), IV201(lech) en controleer de vacuümvoedingen langs de versneller. Zie verder bij 1.
3. Als de vacuümklystronvoeding (kast D.) niet is uitgevallen zal het vacuümniveau zich binnen vrij korte tijd weer herstellen, wacht met het opstarten van de modulator tot de stroom gestabiliseerd is (1-5uA) en start dan langzaam de modulator op terwijl je op het vacuüm blijft letten. Indien de pompvoeding is uitgevallen, probeer je deze weer op te starten (schakelaar op start, mains on, na verloop van tijd op protect), lukt dit niet vervang dan de voeding, mocht dit nog niet helpen zet dan de gloeidraadvoeding uit met het kommando; mod.off axx.
4. Als de vacuümrvogvoeding is uitgevallen kijk je eerst of de vacuümsectievoeding hoger aanwijst dan normaal, is dit het geval zie dan verder bij 1., probeer vervolgens de voeding op te starten (schakelaar op start, hoofdschakelaar aan, na verloop van tijd op protect) en vervang eventueel de voeding.

6. Referenties

- (1) Pirani\_vakuummeter TPG 03; Balzers, betriebsanleitung nr. BG800 006 BD.
- (2) Ionisation\_vakuummeter JMG 070 Balzers, betriebsanleitung nr.BG 800 088 BD.
- (3) Voeding voor ionenpomp typenr.731122 iko.
- (4) Lino 20, Fast Valve remelt programmer.
- (5) Varian instructions for 8L/s diode valcon pump model 911-0066 no.87-400 256T october 1979.
- (6) Varian intructions for multiple pump control unit 921-0066 no.87-400 275T november 1973.
- (7) Lino 88, modulator randapparatuur, E. Heine hstk 13.
- (8) Bedrading klepsturing 790314LJ.
- (9) Bedrading warmtemetersturing 790314LJ.
- (10) E1 22, gewijzigde pressure relay unit t.b.v. klystron-vakuum 750528.
- (11) Quadrupole Mass Spectrometer, QMG 111, Balzers, operating instruction No BG800001BE.
- (12) memo 820416eh.

Algemene dokumentatie:

- Interim rapport 75-4 B.Kaan
- CV 11, Het vacuüm systeem van LECH
- CV 12, Het vacuüm systeem van AFBU en experimenteer hallen. Deel 1