

Instrumentatie algemeen

A. J. G. van Montfoort

1.	Inleiding	Y5010- 3
2.	Basis voor een begroting	Y5010- 3
3.	Regelkringen en referentiecode	Y5010- 6
4.	Groeperen van componenten	Y5010- 6
5.	Tellen	Y5010- 7
6.	Installatiekosten	Y5010- 8
7.	Slotwoord	Y5010- 9
	Bijlage 1. Lettercode in het instrumentsymbool	Y5010-10
	Bijlage 2. Piping and Instrument diagrams (PID)	Y5010-11
	Bijlage 3. WEBCI-Instrumentatiesamen-vatting	Y5010-12
	Bijlage 4. Regelafsluiters	Y5010-12
	Bijlage 5. Veiligheidsventielen	Y5010-13
	Bijlage 6. Veldinstrumenten	Y5010-13
	Bijlage 7. Analyse-apparatuur	Y5010-13
	Bijlage 8. In- en uitgangen	Y5010-13

1. Inleiding

Van alle onderdelen behorende tot een kostenbegroting is de instrumentatie wel één van de meest besproken maar het minst consistente deel. Dit is verklaarbaar doordat instrumentatie voor de één enkel automatisch regelen betekent, maar voor de ander ook automatisering op hogere niveaus inhoudt. Bij hogere niveaus moet u dan denken aan de optimalisatie van processen, management-informatiesystemen, arbeidsbesparing in de regelkamer etcetera.

Dit alles werd mogelijk door de opkomst van de digitale regeltechniek dat software-matige gegevensverwerking mogelijk maakte dit in tegenstelling met de hardware-matige gegevensverwerking bij de analoge regeltechniek.

De digitale regeltechniek bracht ook een gehele vernieuwing van de locale instrumenten, veelal met een hogere betrouwbaarheid en mits in voldoende aantallen gefabriceerd, ook voor lagere kosten.

Het doel van deze bijdrage aan het handboek is de componenten behorende tot de instrumenttechnische installatie zodanig te groeperen dat een systematische kostenraming mogelijk wordt. De groepering van de componenten zal ook worden doorgetrokken naar het Webci-prijzenboekje. Door die afstemming kan deze bijdrage worden ontlast van getallen die in de loop der tijden alswel door marktinvloeden variëren.

Het is ook niet de bedoeling een regeltechnisch stuk te presenteren. Indien u daarvoor interesse hebt, is goede literatuur en fabrikan-tendocumentatie verkrijgbaar. Voor meer details over hardware-keuze kunt u „Instrumentatie begroten” inzien.

Nu het woord „home-computer” in het Nederlandse taalgebruik algemeen wordt geaccepteerd zal de lezer ongetwijfeld begrip hebben voor de vele Engelstalige woorden die in deze bijdrage worden gebruikt. Gaan vertalen maakt het verband tussen symbolen en begrippen er niet beter op.

2. Basis voor een begroting

Gedurende de uitvoering van een project zijn twee hoofdfasen waarneembaar waarin gegevens voor de instrumentatiebegroting beschikbaar komen. Dit zijn:

- Process flow diagrams. Dit zijn schematische tekeningen waarop alle apparaten staan vermeld die nodig zijn om het proces te laten verlopen. Daar waar veranderingen in hoeveelheid, druk, niveau of temperatuur plaatsvinden zijn regelkringen getekend.

Y5010-4 Instrumentatie algemeen

Componenten voor beveiligingen en voor het beheersen van hulpmaterialen-stromen als wel analyse-instrumenten worden niet vermeld.

De massastromen tussen de apparaten onderling, de hulpmaterialen en het produkt staan in een afzonderlijke tabel vermeld. Dit veelal in kMol/h.

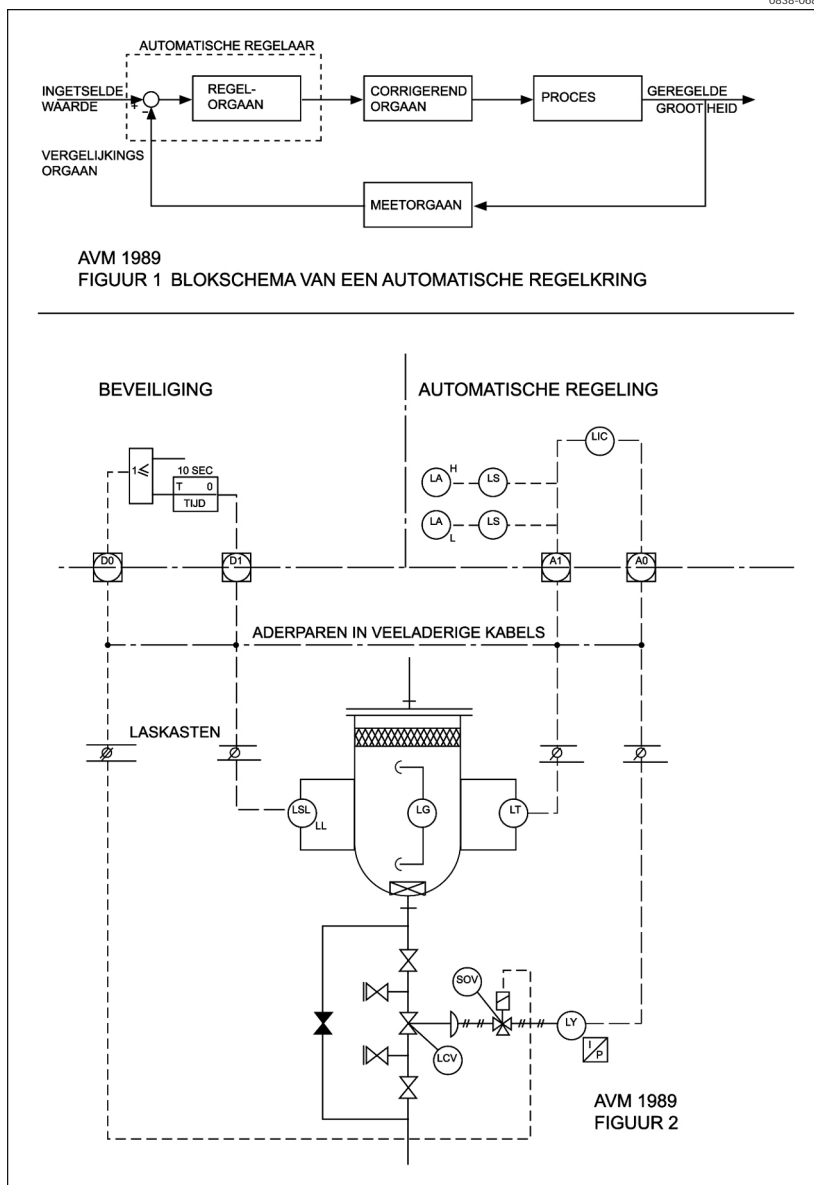
- Piping and Instrument diagrams (PID). Dit zijn eveneens schematische tekeningen die niet alleen alle apparaten weergeven maar ook alle instrumentatiecomponenten. Bovendien zijn ook alle pijpleidingen met fittingen en afsluiters getekend. Een pijpleidingnummer geeft aan de diameter, de drukklasse en het type materiaal.

Tussen deze twee fasen wordt veel papierwerk gedaan zoals:

- Een lijst met alle instrumenten, die de procesgegevens voor die instrumenten vermeldt. Deze lijst wordt genoemd de „Instrument Process List” en wordt gemaakt door de afdeling proces engineering. De nummering van de instrumenten het zgn. „tag nummer” wordt door de instrument engineering vastgelegd.
- Een identieke lijst wordt door de instrument engineer gemaakt. Deze lijst noemt men de „Instrument index list”. Zij geeft weer alle componenten die toegepast zijn, uiteindelijk met fabrikaat en type vermelding. Bovendien een verwijzing naar een montage-tekening „hook-up”, een bedradingsschema en soms ook waar de component is te vinden op een lay-out-tekening.
- Instrument data sheets. Een dergelijke sheet, veelal op A4 formaat specificeert een enkel component en wordt ook een onderdeel van de requisitie.
- Standaard waaraan de instrumenten moeten voldoen. Dit zijn gewoonlijk documenten die voor alle projecten gebruikt worden.

Nu worden er begrotingen gemaakt vanaf de eerste fase tot en met de tweede fase of soms nog later. De begroter bij een ingenieursbureau dat het procesontwerp verzorgt, vangt zeker aan in de eerste fase. De begroter bij een installatiefirma dicht bij fase twee. Ook is het mogelijk dat het ingenieursbureau een hoeveelhedenlijst samenstelt, aan de hand waarvan de constructiekosten worden verrekend. Juist omdat deze bijdrage gericht is op een groepering van componenten zal hierna worden aangenomen dat de PID's gereed zijn. In het slotwoord worden mogelijkheden tussen die twee fases aangegeven.

0838-0680



Figuur 1 en 2.

3. Regelkringen en referentiecode

In NEN 3009 valt te lezen dat een automatische regelkring bestaat uit:

- een proces;
- een meetorgaan bij voorbeeld een transmitter;
- een corrigerend orgaan bij voorbeeld een regelafsluiter;
- een regelaar waarin een vergelijkings- als wel regelorgaan.

Een blokschema hiervan vindt u in figuur 1. Deze figuur geeft een gesloten regelkring weer met terugkoppeling.

In figuur 2 is dit nogmaals getekend, maar nu op een manier als te vinden op een PID. Het gedeelte van het beveiligingssysteem dat bij de automatische regelkring behoort is eveneens getekend. U ziet ook een aantal letters. Een verklaring van deze letters vindt u in bijlage 1. Die bijlage is overeenkomstig de „Instrument Association of America” (ISA) en wordt ook buiten het Engelse taalgebied gevolgd.

Een nieuwe ontwikkeling is het laten vervallen van dat gedeelte van de regelkring dat in de controlekamer is geplaatst. Dit zijn dan de regelaars, vergrendelingen en alarmeringen.

Het velddeel stopt dan met het aangeven van het typeingangssignaal naar de controlekamer. Vanzelfsprekend geldt dat ook voor uitgangssignalen.

Bijlage 2 is een PID waar deze filosofie is toegepast. Laten we die bijlage nu als basis nemen voor de bepaling van het aantal componenten.

4. Groeperen van componenten

Alvorens de componenten te gaan tellen moet u besluiten hoe u deze wilt groeperen. Dit is geen zaak die alleen de begrotingsafdeling aangaat, maar bedrijfsmatig moet worden benaderd. Dan kunnen de werkelijke kosten van de componenten aan het einde van een project vergeleken worden met de begroting. Op een dergelijke manier kan een goed kosteninzicht worden ontwikkeld.

Een bruikbare groepering is aangegeven op bijlage 3. Zoals u ziet is hier begonnen met regelafsluiters. Daarna andere veldapparatuur tot en met de analysers. Bijlagen 4 tot en met 7 geeft een meer gedetailleerde lijst voor de veldinstrumenten.

Andere groepen op bijlage 3 zijn:

- Digitaal regelsysteem. Dit kan worden vastgelegd door het aangeven van het aantal in- en uitgangen.

- Een beveiligings- en vergrendelingssysteem. Dit kan eveneens worden vastgelegd met het aantal in- en uitgangen.
- Enkele blanco groepen zelf te definiëren per project.
- Kosten voor de bekabeling. Hieronder worden niet alleen de kabels vermeld, maar eveneens alles wat daarbij komt, zoals beschermingspijp, kabelbaan, laskasten etc.
- Installatiematerialen voor het aansluiten van instrumenten op het proces, beschermkasten, ondersteuning, vorstbescherming, seals, etc.
- De totale montagekosten voor de bovenstaande groepen.

5. Tellen

In paragraaf 2 is als basis aangenomen een set complete PID's. Dan is er ook een „Instrument index list”. In dat geval is het handig deze lijst te volgen, want daarin staan alle regelkringen groepsgewijs gerangschikt. Gewoonlijk wordt begonnen met Flow, daarna Pressure, Level, Temperature, Analyses. Het invullen van bijlagen 3 tot en met 8 is dan gemakkelijk.

Een dergelijke „Instrument index list” is in dit stuk niet opgenomen. Daarom gaan we nu terug naar bijlage 2. Hierop staat een enkel stuk apparatuur met een groot aantal instrumentatiecomponenten. In een complete chemische fabriek is een veelvoud aan dergelijke stukken apparatuur te vinden. Daarom is het zaak zodanig te tellen dat u later iedere component weet terug te vinden. Dit is mede gewenst door de mogelijke veranderingen in een latere fase van het project. Veranderingen vereisen veelal prijsaanpassingen, dus u moet kunnen vinden waar uw aantallen geteld zijn.

Om te beginnen is bijlage 4 ingevuld, de regelafsluiters en de veiligheidsafsluiters. Kosten van afsluiters worden beïnvloed door zowel de afmetingen, de ontwerpdruk en de materiaaleisen. Daarom is het verstandig al deze gegevens in te vullen.

Voor bijlage 5, de veiligheidsventielen geldt dat ook. Echter in mindere mate, omdat deze groep relatief gezien minder kosten vergt. Bijlage 6, de veldinstrumenten. De niet in pijpleidingen gemonteerde instrumenten zijn in kosten vrijwel constant voor een grote alswel kleine installatie. Indien de procescondities speciale materialen eisen boven ss 316, bijvoorbeeld Hastelloy, dan geeft dat wel hogere kosten. Instrumenten die in de leidingen worden gemonteerd, zoals magnetische flowmeters zijn voor grotere capaciteiten ook hoger in prijs. Bovendien gaan medium-eigenschappen dan meespelen, zoals zuiverheid en viscositeit.

Y5010-8 Instrumentatie algemeen

Bijlage 7, analyse-apparatuur. Hier moet niet alleen gekeken worden naar de kosten van het instrument, maar ook naar het monstername-apparaat. Is het monstername-punt veraf van het analyse-instrument, bijvoorbeeld 100 meter, dan moet u ook die kosten meenemen. Een drievoudige prijs voor een geïnstalleerd analyse-apparaat ten opzichte van een „kaal” instrument is geen uitzondering. De in deze drievoud begrepen kosten voor bekabeling, installatiematerialen en montage moeten in de juiste rubrieken worden geplaatst.

Bijlage 8, een lijst voor in- en uitgangen. Deze lijst heeft twee delen namelijk het deel dat bij het regelsysteem behoort en het deel dat bij het beveiligingssysteem behoort.

Een dergelijke splitsing komt veel voor bij continue processen. Bij in stappen verlopende processen (batchgewijs produceren) zijn de vergrendelings- en beveiligingskringen bepalend en gaan beide delen in elkaar op.

Met behulp van het „Webci-prijzenboekje, editie 13” zijn de bijlagen ingevuld. Het totaal per bijlage is naar bijlage 3 overgebracht.

Tot slot moeten de overige groepen op bijlage 3 nog worden ingevuld. Daarvoor kunt u de aantallen van bijlagen 4 t/m 8 gebruiken en met behulp van onderstaande lijst berekenen.

6. Installatiekosten

Overeenkomstig bijlage 3 zijn deze kosten in twee groepen verdeeld namelijk:

- a. bekabeling;
- b. installatiematerialen.

De montagekosten in manuren staan ook vermeld, maar worden na het vermenigvuldigen met een uurtarief als een totaalpost montagekosten op bijlage 3 aangegeven.

Installatiekosten		Materialen	Manuren
a. Elektrische aansluiting		400	12
Meeraderige kabels lang ca. 200 meter		6000	100
Plaatsen en aansluiten van een paneelsectie		-	40
b. Pneumatische aansluiting		300	8
Flow of dP transmitter	FT/PdT	1800	16
Pressure transmitter	PT	1000	12
Pressure switch	PS	300	6

Installatiekosten		Materialen	Manuren
Pressure indicator	PI	100	2
Level transmitter of switch	LT/LS	-	16
Level gauge	LG	-	8
Temperature transmitter	TT	200	8
Thermo couple	TE	-	1
Temperature indicator	TI	-	1

7. Slotwoord

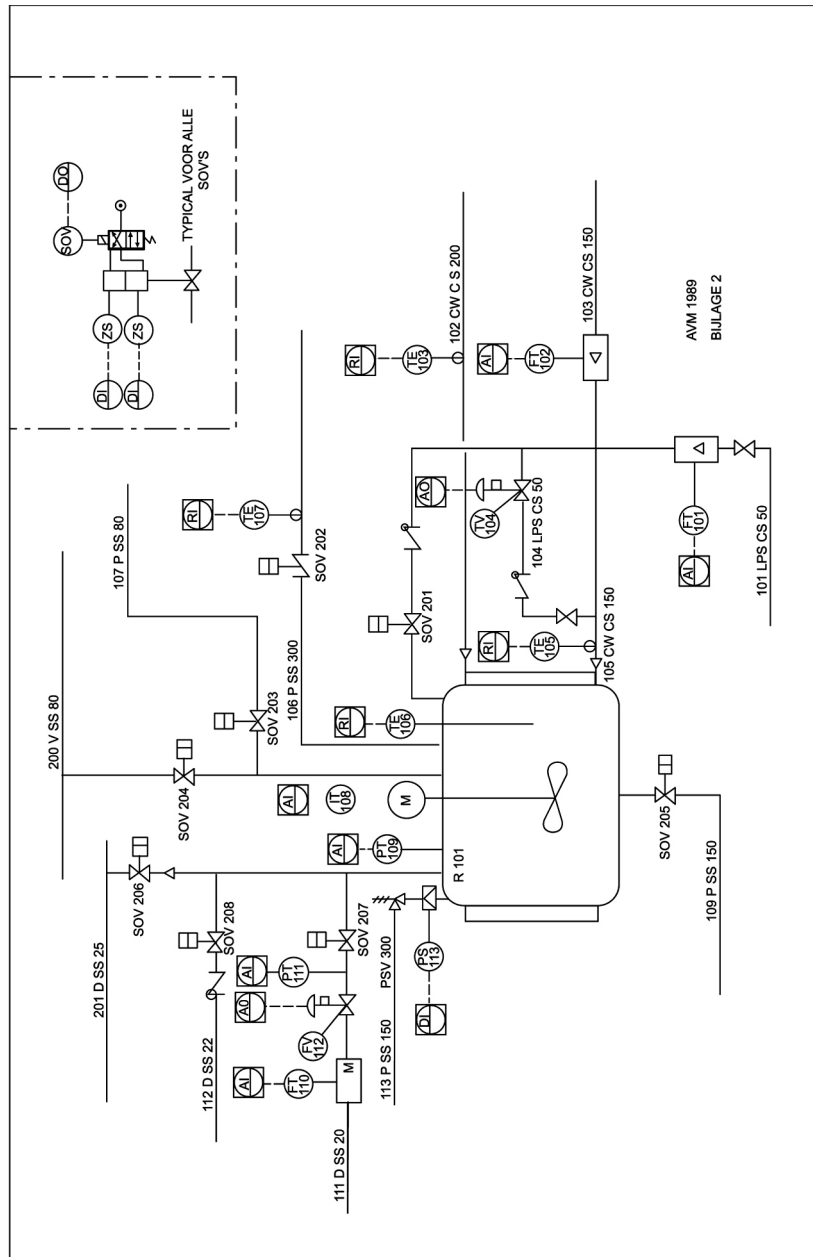
Bovenstaand is een methode aangegeven om een gedetailleerde instrumentatiebegroting te maken. Eenmaal in het bezit van een dergelijke begroting is het mogelijk de waarden te berekenen per kengetal. Als kengetal kunt u alles kiezen. Bij een discontinu proces, waarvan een reactor op bijlage 2, kunt u de kosten per apparaat bepalen. Echter indien het aantal leidingen naar de reactor verandert ofwel de leidingdiameters, dan moet u dit uiteraard corrigeren. Een makkelijker te overziene methode is iedere groep van bijlage 3 uit te drukken per geregelde uitgang, dus per AO. Het aantal regelafsluiters is in iedere fase van de projectuitvoering snel te bepalen. Wel zal het totaal van in de pijpleidingen gemonteerde onderdelen aangepast moeten worden met een plantcapaciteitsfactor. In mindere mate geldt dit ook voor de bekabeling en de montage kosten.

Bijlage 1. Lettercode in het instrumentsymbool

	FIRST LETTER		SUCCEEDING LETTERS		
	MEASURED OR INITIATING VARIABLE	MODIFIER	READOUT OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	Analysis		Alarm		
B	Burner Flame		User's Choice	User's Choice	User's Choice
C	Conductivity (Electrical)			Control	
D	Density (Mass) or Specific Gravity	Differential			
E	Voltage (EMF)		Primary Element		
F	Flow Rate	Ratio (Fraction)			
G	Gaging (Dimensional)		Glass		
H	Hand (Manually Initiated)				High
I	Current (Electrical)		Indicate		
J	Power	Scan			
K	Time or Time-Schedule			Control Station	
L	Level		Light (Pilot)		Low
M	Moisture or Humidity				Middle or Intermediate
N	User's Choice		User's Choice	User's Choice	User's Choice
O	User's Choice		Orifice (Restriction)		
P	Pressure or Vacuum		Point (Test Connection)		
Q	Quantity or Event	Integrate or Totalize			
R	Radioactivity		Record or Print		
S	Speed or Frequency	Safety		Switch	
T	Temperature			Transmit	
U	Multivariable		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V	Viscosity			Valve, Damper, or Louver	
W	Weight or Force		Well		
X	Unclassified		Unclassified	Unclassified	Unclassified
Y	User's Choice			Relay or Compute	
Z	Position			Drive, Actuate or Unclassified Final Control Element	

Bijlage 2. Piping and Instrument diagram (PID)

0838-0681



Bijlage 3. WEBCI-Instrumentatiesamenvatting

Datum:
 Project nummer:
 Prijspeil:
 Gemaakt door:

Regelafsluiters	blad 4	f	58.600
Veiligheidsventielen	blad 5	f	13.000
Veldinstrumenten	blad 6	f	31.000
Regelsysteem		f	80.000
Beveiligingssysteem			-
Analyse			-
Optional			-
Optional			-
Bekabeling		f	32.400
Installatiematerialen		f	6.000
Montage kosten		f	60.000
Totaal		f	281.000

Bijlage 4. Regelafsluiters

Kolom:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TV104	LP stoom	50	ND40	CS	C	Y	1	f	4900
FV112	doseer	20	ND40	SS	C	Y	1	f	3900
SOV201	LP stoom	50	ND40	CS	B	N	1	f	4400
SOV202	proces	300	ND40	SS	BY	N	1	f	12200
SOV203	proces	80	ND40	SS	B	N	1	f	5500
SOV204	vacuüm	80	ND40	SS	B	N	1	f	5500
SOV205	proces	150	ND40	SS	B	N	1	f	12000
SOV206	doseer	25	ND40	SS	B	N	1	f	3400
SOV207	doseer	20	ND40	SS	B	N	1	f	3400
SOV208	doseer	25	ND40	SS	B	N	1	f	3400
Totaal								f	58600

Verklaring van kolomnummer

- 1 Tag nummer.
- 2 Medium door de afsluiter.
- 3 Flensmaat van het afsluiterhuis.
- 4 Drukklasse.
- 5 Materiaal van het huis. CS = carbon steel, SS = stainless st.
- 6 Type afsluiter. C = cage, BY = butterfly, B = Ball.
- 7 Klepstandsteller. Y = Yes, N = No.
- 8 Aantal.
- 9 Prijs voor het genoemde aantal.

Bijlage 5. Veiligheidsventielen

1	2	3	4	5	6	7
PSV300	overdruk	ND40/ND10	SS	100/150	1	12000

Verklaring van kolomnummer

- 1 Tag nummer.
- 2 Medium door het ventiel, of functie.
- 3 Drukklasse inlaatkant/uitlaatkant.
- 4 Materiaal van het huis.
- 5 Flensmaat inlaatkant/uitlaatkant.
- 6 Aantal.
- 7 Prijs voor het genoemde aantal.

In bijlage 5 alswel bijlage 4 kunnen nog kolommen worden toegevoegd. Voor bijlage 4 is dit ontwerptemperatuur, kv-waarde en de ontwerpdruk. Voor bijlage 5 identiek, echter dan geen kv-waarde, maar een letter welke aangeeft de orifice area in mm².

Bijlage 6. Veldinstrumenten

1	2	3	4
Vortex meter	FT	NW150/NW50	f 10200
Magflo meter	FT	NW20	f 9600
Druk transmitter	PT		f 5100
Druk schakelaar	PS		f 900
PT100 element	TE		f 2400
Stroom transmitter	XT		f 2800
Totaal			f 31000

Verklaring van kolomnummer

- 1 Type veldinstrument.
- 2 Code volgens bijlage 1.
- 3 Aantal.
- 4 Prijs voor het genoemde aantal.

Bijlage 7. Analyse-apparatuur

Op bijlage 2 komt geen analyse-instrument voor.

Bijlage 8. In- en uitgangen

Analoge mA ingang	AI	6
Analoge mA uitgang	AO	2
Discrete ingang	DI	17
Discrete uitgang	DO	8
PT100 ingang	RI	4

