



ONGERUBRICEERD

NLR-Memorandum ASAQ-2012-024

Onzekerheidsberekening van Datron 4910 Solid State
Zenerreferentie voor 10 Volt gelijkspanning

Distributie:

H. Slot

P. van Zutphen

T. Schilpzand

R. Grijpma

Niets uit dit document mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NLR.

Divisie:

Aerospace Systems

Opgesteld:

R. Kogehop/ *R.Kogehop/12*

Goedgekeurd:

H. Slot *# 11/9/2012*

Order-/codenummer:

Afgesloten:

September 2012

Rubricering titel:

ONGERUBRICEERD

ONGERUBRICEERD

-2-

Memorandum ASAQ-2012-024



ONGERUBRICEERD

**Samenvatting**

Dit document bevat een toelichting op de onzekerheid berekening van een Datron 4910 solid state zenerreferentie 10 V four wire bufferd output.

De Datron 4910 is aantoonbaar herleidbaar naar (inter-) nationale standaard gemeten en gekarakteriseerd. Deze berekening is de basis voor de "Calibration and Measurement Capability" (CMC) voor gelijkspanning bij 10 Volt van de kalibratiefaciliteit voor "Electro Magnetische Grootheden en Tijd" .

De berekening is opgezet in overeenstemming met document EA-4/02 Expressions of the Uncertainty of Measurements in Calibration including supplement 1 and 2.

Het document is opgesteld door R. Kogenhop van het Nationaal Lucht-Ruimtevaartlaboratorium (NLR), kalibratiefaciliteit voor "Electro Magnetische Grootheden en Tijd" (EMG) en wordt gepubliceerd om als leidraad te kunnen dienen voor het opzetten van een onzekerheid berekening.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Toegepaste instrumenten.	6
2.1	Meetopstelling	6
3	Afzonderlijke bijdrage van de onzekerheid componenten	9
3.1	De interlab-standaard Datron 4910	9
3.1.1	Componenten van de interlab-standaard en hun onzekerheid bijdrage	9
3.2	De vergelijking standaarden	11
3.2.1	Datron 1281 Digitale Voltmeter	11
3.2.1.1	De afzonderlijke bijdrage in de meetonzekerheid met de Datron 1281	12
3.2.2	Keithley 2182 nano-Voltmeter	12
3.2.2.1	De afzonderlijke bijdrage in de meetonzekerheid met de Keithley 2182	13
3.3	De referentie-standaard Datron 4910	13
3.3.1	Componenten van de referentie-standaard en hun onzekerheid bijdrage	13
4	De onzekerheidtabel conform EA-4/02	15
4.1	Datron 4910 Interlab standaard 4 Wire Buffer bij inzet.	15
4.2	Datron 4910 Referentie standaard 4 Wire Buffer in de bepaling	16
5	Calibration Measurement Uncertainty (CMC)	18
5.1	Meetonzekerheden in tabelvorm conform EA-4/02	18
6	Appendix	22
6.1	Appendix A certificaat interlab standaard Datron 4910	22
6.2	Appendix B certificaat nano-Voltmeter Keithley 2182	26

(27 pagina's totaal)



1 Inleiding

Dit document bevat de onzekerheid berekening van een Datron 4910 solid state zenerreferentie. De Datron 4910 10 V four wire buffered output is aantoonbaar herleidbaar naar (inter-) nationale standaard gemeten en gekarakteriseerd. Deze berekening is de basis voor de "Calibration and Measurement Capability" (CMC) voor gelijkspanning bij 10 Volt. De berekening is opgezet in overeenstemming met document EA-4/02 Expressions of the Uncertainty of Measurements in Calibration including supplement 1 and 2.



2 Toegepaste instrumenten.

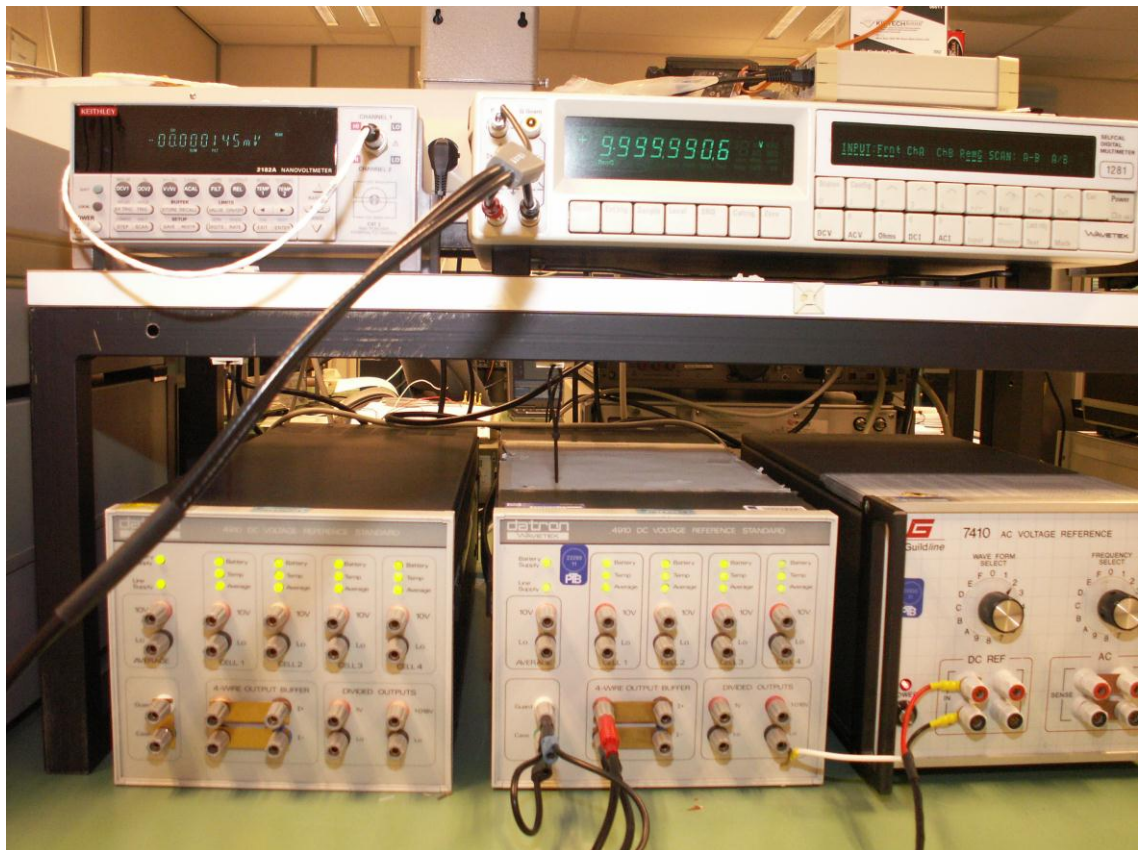
De instrumenten die toegepast zijn om de metingen te verrichten:

Interlab standard : Datron 4910 DC Voltage Reference Standard sn 23113-8
(reizende standaard)

Reference standard : Datron 4910 DC Voltage Reference Standard sn 25760-8
(inhuis referentie)

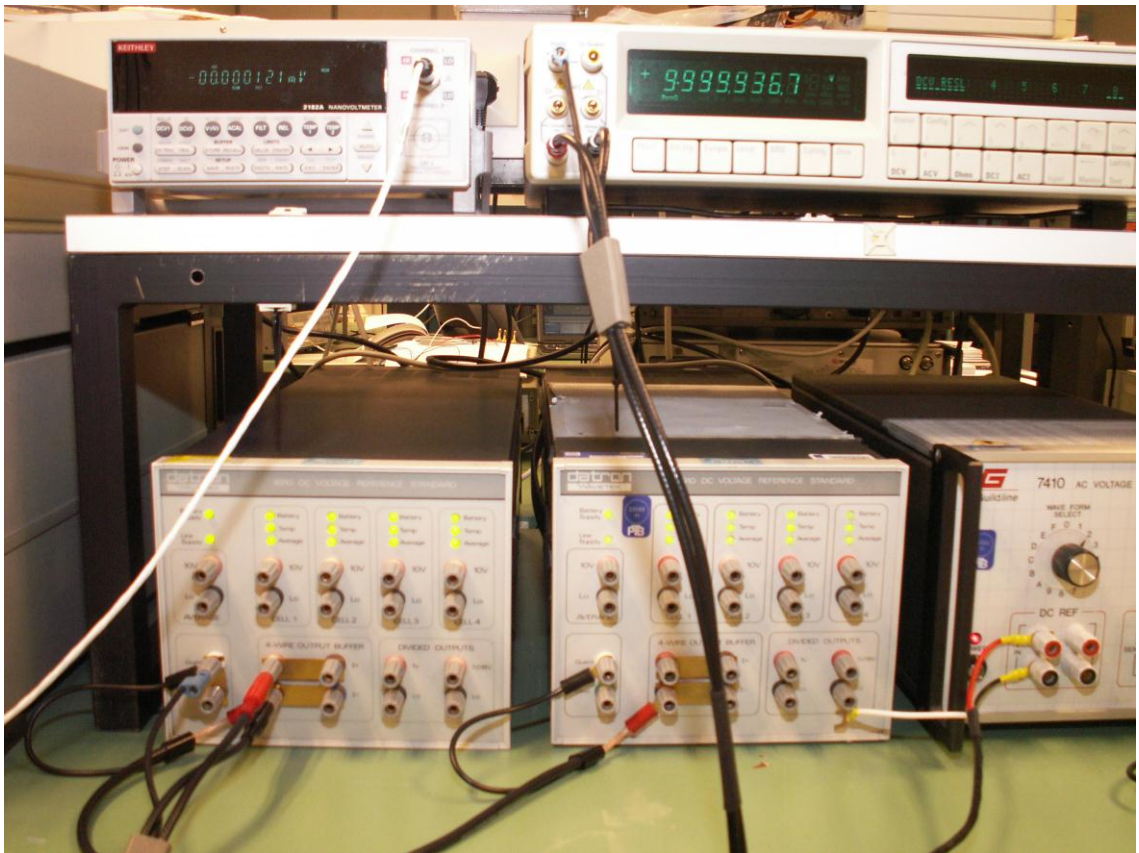
Comparison standard : Keithley 2182A Nanovoltmeter sn 0912789
: Datron 1281 Digitale Multimeter sn 44730

2.1 Meetopstelling



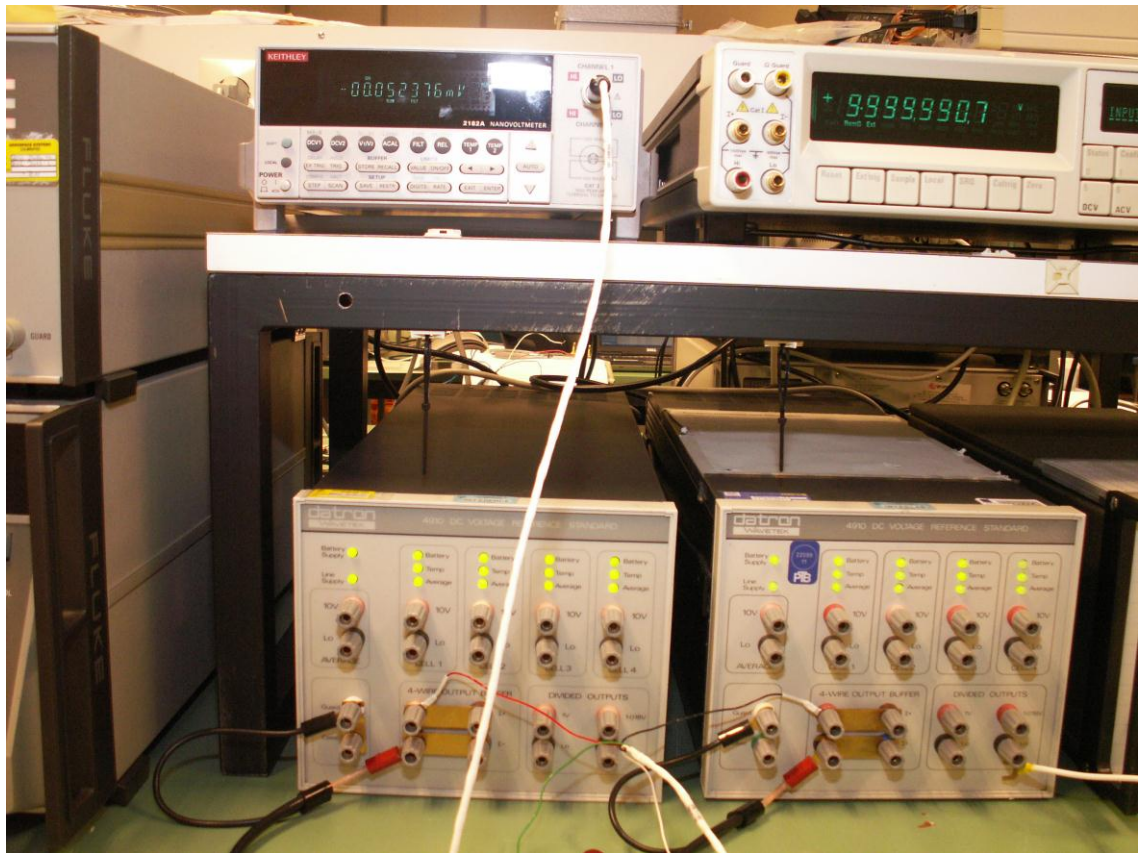
Figuur 1

Meetopstelling voor het bepalen van de absolute afwijking van Datron 1281 Digitale Voltmeter bij 10 V met behulp de Datron 4910 Interlab-standaard.



Figuur 2

Meetopstelling voor het bepalen van de Datron 4910 Reference-standaard met behulp van een Datron 128 multimeter gecorrigeerd voor de afwijking bij 10 V.



Figuur 3

Meetopstelling voor het onderling vergelijken van de Datron 4910 Interlab-standaard met de Datron 4910 Reference-standaard middels een Keithley 2182 nano-Voltmeter.



3 Afzonderlijke bijdrage van de onzekerheid componenten

3.1 De interlab-standaard Datron 4910

De bijdrage van de afzonderlijke componenten die bepalend zijn voor de totale meetonzekerheid zijn:

- De certificatie van de interlab standaard door een nationale standaard.
- De bijdrage van onzekerheid op basis van specificaties of waarnemingen.

Voor de gegenereerde uitgangsspanning van de Datron 4910 Interlab standaard geldt bij inzet (i):

$$4910_{\text{Int-i}} = 4910_{\text{intcert}} + 4910_{\text{intdrift}}$$

3.1.1 Componenten van de interlab-standaard en hun onzekerheid bijdrage

De interlab standaard wordt met een vastgesteld kalibratie interval ter certificatie aangeboden bij een (inter-) nationaal standaard laboratorium waarbij de opgegeven onzekerheid door het standaard laboratorium $1 \cdot 10^{-7} \cdot U$ is bij $k = 2$ bij een gegenereerde uitgangsspanning U van 10 V.

Na certificatie wordt de data opgenomen in een Excel-sheet, hier wordt de stabiliteit van de zenerreferentie in de tijd bepaald en wordt vastgesteld of het kalibratie interval zoals in gebruik kan worden gehandhaafd.

4910_{intcert} Certificatie interlab standaard:

Opgegeven vergrote meetonzekerheid (U) op basis van $k=2$ is $10 \text{ V} \cdot 1 \cdot 10^{-7}$ het geen overeenkomt met $0.1 \mu\text{V/V}$.

Op basis van $k=1$ uitgaande van een normale verdeling bedraagt de standaardonzekerheid : $0.05 \mu\text{V/V}$.

4910_{spec} Specificatie Datron 4910:

10 V vierdraads aansluiting buffer ± 1.0 ppm, inclusief δT van ± 1 °C daaruit volgt $\pm 15 \mu\text{V}$ (360 dagen).

Op basis van een rechthoekige verdeling bedraagt de standaardonzekerheid:

$$4910_{\text{spec}} = \frac{1}{\sqrt{3}} 15 \mu\text{V}$$

Note: Aangetoond wordt dat de Datron 4910 aan de gestelde specificatie voldoet.

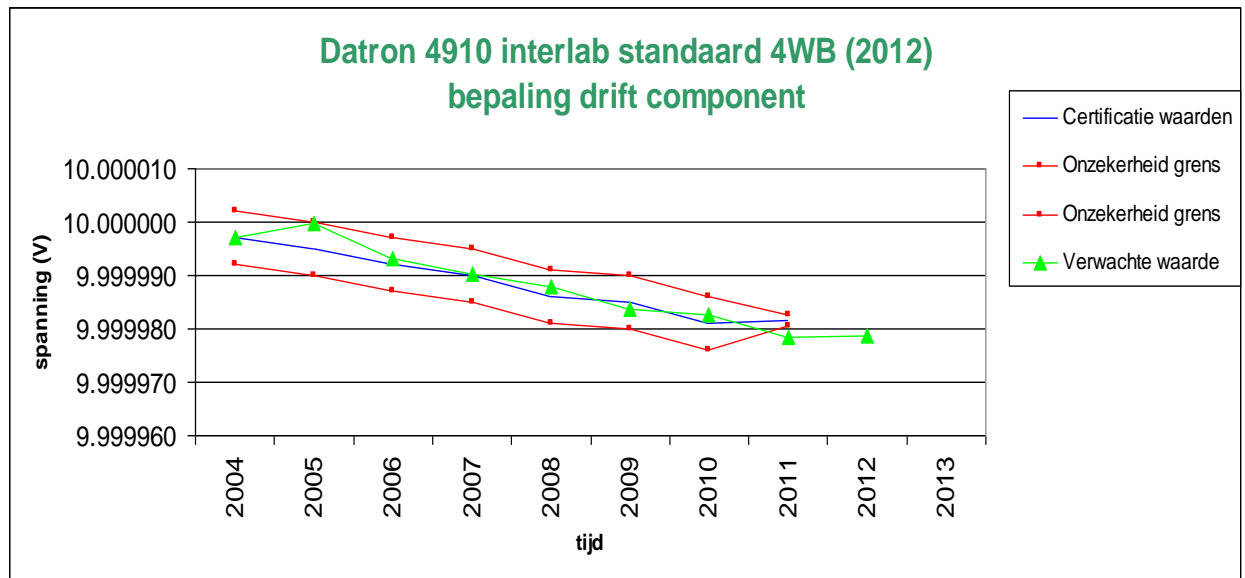
In de berekening voor de onzekerheidsbijdrage wordt de specificatie verder buiten beschouwing gelaten

4910_{Intdrift}

Drift Datron 4910:

Aan de hand van de grafiek voor de drift is deze vastgesteld op 2.0 μV per jaar.

Op basis van een normale verdeling bedraagt de standaard onzekerheid: 2 μV .



Uit de afzonderlijke bijdrage wordt een onzekerheid bepaald voor de interlab standaard deze onzekerheid wordt in verdere berekeningen meegenomen als 4910_{int-i}.

De vergrote meetonzekerheid op basis van $k = 2$ voor de Datron 490 Interlab standaard met een dekkingswaarschijnlijkheid van 95% bedraagt $4 \cdot 10^{-7} \cdot U$. Zie voor nadere toelichting paragraaf 4.1.



3.2 De vergelijking standaarden

Binnen het kalibratie laboratorium wordt de onderlinge vergelijkingen tussen de Datron 4910 interlab standaard en de referentie standaard op twee verschillende manieren uitgevoerd.

De eerste methode middels een vergelijking tussen de interlab standaard en de referentie standaard met behulp van een Datron 1281 digitale multimeter waarbij de absolute afwijking van de Datron 1281 is bepaald zie hiervoor de meetopstelling figuur 1 en 2.

De tweede methode middels een onderlinge vergelijking tussen de interlab standaard en de referentie standaard middels een Keithley 2182 nano-Voltmeter zie hiervoor de meetopstelling figuur 3.

De kleinste bijdrage in onzekerheid die uit een meetmethode voortkomt wordt meegenomen als contributie in de onzekerheid berekening bij de vergelijking tussen de twee zenerreferentie's. De meetmethode waar de grootste onzekerheid uit voort komt kan als een crossvergelijking gebruikt worden ter controle. De onzekerheid in deze crossmethode is gebaseerd op een RSS¹ methode.

Certificatie van de Datron 1281 wordt door het kalibratie laboratorium uitgevoerd. De certificatie van de Keithley 2182 wordt door een Nationale standaard verricht.

3.2.1 Datron 1281 Digitale Voltmeter

De eerste methode die wordt toegepast is het vergelijken van de Datron 4910 Interlab standaard en de Referentie standaard middels een Datron 1281 digitale multimeter. De onzekerheid bijdrage uit deze methode blijkt groter dan uit de verschil vergelijking, uit praktische overweging kan deze meetmethode desondanks prevaleren. Het vergelijken middels een digitale multimeter wordt verder niet omschreven en als evident beschouwd.

De specificatie voor de Datron 1281 zoals in gebruik bij het NLR is vastgesteld op :

$\pm (0.2 \text{ ppm van Reading} + 0.05 \text{ ppm Full Scale})$, hieruit volgt dat de bijdrage in technical units op basis van een rechthoekig verdeling is vastgesteld op:

Aflezing $\approx 10 \text{ V}$ bijdrage is : $0.2 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \text{ V} = 0.000 \text{ 002 V} = 2 \mu\text{V}$

Full Scale 20 V bijdrage is : $0.05 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \text{ V} = 0.000 \text{ 001 V} = 1 \mu\text{V}$

Specificatie totaal $St = Sr + Sf$

¹⁾ RSS = Root Square Sum



3.2.1.1 De afzonderlijke bijdrage in de meetonzekerheid met de Datron 1281

1281_{totaal} Specificatie Datron 1281 bedraagt $3 \mu\text{V}$ op basis van een rechthoekige verdeling.

1281_{stddev} De standaard afwijking in de bepaling van 10 V bedraagt maximaal $0.3 \mu\text{V}$.

3.2.2 Keithley 2182 nano-Voltmeter

De tweede methode die wordt toegepast is het vergelijken van de Datron 4910 Interlab en Referentie standaard middels een Keithley 2182 nano-Voltmeter.

De vergelijking met de Keithley 2182 bestaat uit een viertal metingen waarbij vastgesteld wordt welke invloeden op de meting van toepassing zijn. Tijdens deze vergelijkingen is het van belang er zorg voor te dragen dat de omgevingscondities voornamelijk de temperatuurverandering over de aansluitingen zo weinig mogelijk veranderd, een eventuele verandering is direct van invloed op de waarneming.

De eerste en vierde meting is het bepalen van de nul input Keithley 2182 en eventuele offset (input shorted).

Bij de tweede meting is de positieve leiding (Hi) van de Keithley 2182 aan de high output van de interlab-standaard bevestigd en de negatieve leiding (Lo) van de Keithley 2182 aan de high output van de referentie-standaard, de low outputs van beide zenerreferenties zijn met elkaar doorverbonden, het screen van de Lo leiding is aan het chassis en randaarde van één van de zenerreferentie bevestigd.

Bij de derde meting is de negatieve leiding (Lo) van de Keithley 2182 aan de high output van de interlab-standaard bevestigd, de positieve leiding (Hi) van de Keithley 2182 is aan de high input van de referentie-standaard bevestigd, verder worden er geen wijzigingen aangebracht.

Uitgaande van meting twee en drie die direct achter elkaar worden uitgevoerd, wordt een gemiddelde uit de meting bepaald. Uit meting twee en drie wordt de gemiddelde waarde bepaald $U_{\text{gem}} = M_2 - (M_2 - M_3)/2$.

Uit meting één en vier kan de offset bepaald worden, eventueel kan de offset worden gecorrigeerd. Uit de afzonderlijke gemiddelden wordt een standaard afwijking bepaald middels

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{deze is vastgesteld op } 0.5 \mu\text{V}.$$

In deze bijdrage is de korte termijn drift en δT die aanwezig is opgenomen.



3.2.2.1 De afzonderlijke bijdrage in de meetonzekerheid met de Keithley 2182

2182_{vsl} Certificaat VSL 25 $\mu\text{V}/\text{V}$ bij 10 mV op basis van $k = 2$.

2182_{ruis} Ruis specificatie bij 5 PLC (Power Line Cycle) is 15 nV_{pp} op basis van $k = 1$.

2182_{spec} Specificatie Keithley 2182 bedraagt 0.1 μV op basis van een rechthoekige verdeling bij spanningen ≤ 1 mV.

2182_{stddev} Bepaalde standaard afwijking uit metingen $s = 0.5$ μV op basis van $k = 1$.

3.3 De referentie-standaard Datron 4910

De bijdrage van de afzonderlijke componenten die bepalend zijn voor de totale meetonzekerheid zijn:

- De certificatie van de interlab standaard door een nationale standaard.
- De bijdrage van onzekerheid op basis van specificaties of waarnemingen.

Voor de gegenereerde uitgangsspanning van de Datron 4910 referentie standaard zijn een tweetal onzekerheid rekeningen opgesteld. Het eerste budget geldt als de onzekerheid in de bepaling(b), het tweede budget geldt bij inzet(i) van de referentie over het kalibratie interval.

$$4910_{\text{ref}_b} = 4910_{\text{int}_i} + 2182_{\text{vsl}} + 2182_{\text{ruis}} + 2182_{\text{stddev}}$$

$$4910_{\text{ref}_i} = 4910_{\text{int}_b} + 4910_{\text{refdrift}}$$

De afzonderlijke componenten worden in onderstaande paragraaf 3.1 toegelicht en zijn opgenomen in tabelvorm volgens EA-4/02 in hoofdstuk 5.

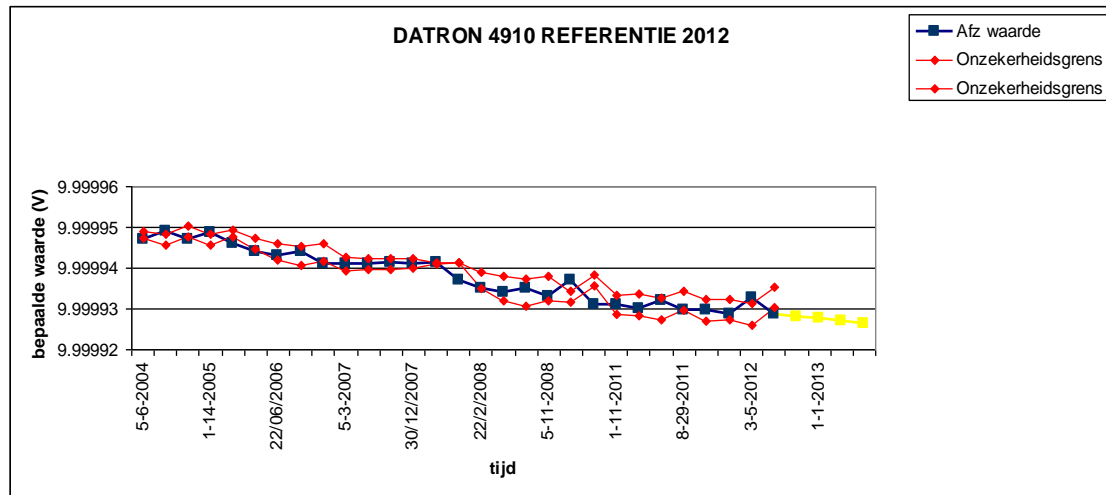
3.3.1 Componenten van de referentie-standaard en hun onzekerheid bijdrage

De referentie standaard wordt eens per kwartaal vergeleken met de interlab standaard. Op deze wijze wordt tijdens het kalibratie interval het onderling verschil tussen de solid state zenerreferentie's bewaakt. Na het uitvoeren van een onderling vergelijk wordt de data opgenomen in een Excel-sheet hierin wordt de stabiliteit van de zenerreferentie getoetst, tevens wordt gecontroleerd of de waarde voldoet aan de verwachting (gele lijn).

De onzekerheid grens, opgenomen in de grafiek, is gebaseerd op de standaard afwijking uit de vijf voorgaande waarnemingen, deze standaard afwijking is gebaseerd op de drift over de afgelopen 15 maanden. De drift op jaar basis is vastgesteld over een periode van zeven jaar en is bepaald op 3.7 $\mu\text{V}/\text{jr}$.



Indien de drift kleiner is dan $4 \mu\text{V}/\text{jr}$, dan wordt voldaan aan de eisen gesteld voor de op te geven Best Measurement Capability (BMC) en wordt aangetoond dat gestelde onzekerheidsrekening voldoet. Bij overschrijding van de drift criteria moet, of het kalibratie interval, of de op te geven BMC worden aangepast.



Componenten van de referentie standaard en hun onzekerheidsbijdrage

$4910_{\text{Int-10V-i}}$ Onzekerheid in de interlab standaard:

Opgegeven onzekerheid op basis van $k=2$ is $4 \cdot 10^{-6} \cdot U$ bij 10 V.

Op basis van $k=1$ bedraagt de standaard onzekerheid : $2.0 \mu\text{V}$.

4910_{spec} Specificatie Datron 4910:

10 V 4-wire buffer geldt ± 1.5 ppm inclusief δT van ± 1 °C daaruit volgt $\pm 15 \mu\text{V}$ (1 year). Op basis van een rechthoekige verdeling bedraagt de standaardonzekerheid:

$$4910_{\text{spec}} = \frac{1}{\sqrt{3}} 15 \mu\text{V}$$

4910_{Refdrift} Drift Datron 4910:

Op basis van de drift grafiek van de interlab standaard is een drift bepaald op $3.7 \mu\text{V}$ per jaar afgerond naar $4 \mu\text{V}$ per jaar.

Op basis van een normale verdeling bedraagt de standaard onzekerheid : $4.0 \mu\text{V}$

Note: aangetoond is dat de specificatie van de Datron 4910 ruim wordt gehaald. Op basis van meetgegevens wordt dan ook de drift in plaats van de specificatie meegenomen in de onzekerheidsberekening.



4910_{Refstab} Ruis gebaseerd op specificatie $\pm 0.3 \mu\text{V}$
 Omgevingsparameters en secundaire parameters samengevat over alle metingen op basis van de bepaling van de standaardafwijking exclusief jaar drift is vastgesteld op: basis van $k = 1$ bedraagt de standaard onzekerheid: $1.5 \mu\text{V}$.

4 De onzekerheidstabel conform EA-4/02

Uit de afzonderlijk onzekerheid componenten wordt de vergrote meetonzekerheid U bepaald voor de Datron 4910 interlab en referentie standaard. De afzonderlijke componenten worden opgenomen in een hiervoor ontwikkeld dBase systeem, het dBase systeem is afzonderlijk beschreven, de rapportage vanuit het onzekerheden dBase is opgenomen in hoofdstuk 5.

4.1 Datron 4910 Interlab standaard 4 Wire Buffer bij inzet.

Afzonderlijke componenten van de meetonzekerheid:

Meetgebied van de onzekerh .label_gebied: 4910int-10V-i Handboek 5.2\$ 2.12.1 Revisiedatum Versie

Instrument: Datron 4910 Interlab 4WB Functie: Gelijkspanning

Het bereik vai 10 V tot en met 10V

Formule (bestaat uit labels componen: 4910int_i = 4910_intcert + 4910_intdrift

Meetonzekerheit: 4.00E-07 Afronden Op: 1.00E-05 MO(Afgerond): 1.00E-05

AbsDeelMO: 0.00E+00

ResultaatMinAbs: 4.00E-07 ResultaatMinAbsAfgerond: 1.00E-05

Meetpunt Ingevoerde meetpunten

Meetpunt label_meetpunt: P2.12 \$ 1

Meetpunt: 10 V

Componenten meetonzekerheit bij dit meetpunt Ingevoerde componenten Overzicht meetpunten

Component van de meetonzekerh Calculate \$ 1

Label	4910_intcert	4910int-10V-i
Omschrijving	10 V 4 wire buffer	
Grootheid:	Gelijkspanning	
Waarde:	1.00E+01	V
Meetonzekerheit:	1.00E-07	V
Type:	Gaussisch (k=2)	
StandaardMeetOnzekerheit:	5.00E-08	V
Gevoeligheidsfactor:	1.00E+00	V
Onzekerheidsbijdrage:	5.00E-08	V
Variantie:	2.50E-15	V ²

Record: 1 of 2

Mowaarde_(1)_Sigma: 2.00E-06 V

Mowaarde_(k=2_waarde): 4.00E-06 V

Mowaarde_(rel): 4.00E-07

Mowaarde-AbsDeel: 4.00E-06 V

Mowaarde_(rel)-AbsDeel: 4.00E-07

Nieuwe formule
 Verklaring formule
 Rapporten
 Selecteer Claim



Meetgebied van de onzekerh label_gebied: 4910int-10V-i Handboek 5.2§ 2.12.1 Revisiedatum Versie

Instrument: Datron 4910 Interlab 4WB Functie: Gelijkspanning
Het bereik var 10 tot en met 10

Formule (bestaat uit labels componen: 4910int_i = 4910_intcert + 4910_intdrift

Meetonzekerheit: 4.00E-07 Afronden Op 1.00E-05 MO(AIgerond): 1.00E-05
AbsDeelMO: 0.00E+00
ResultaatMinAbs: 4.00E-07 ResultaatMinAbsAfrond: 1.00E-05

Meetpunt Ingevoerde meetpunten label_meetpunt: P2.12 \$ 1

Componenten meetonzekerheit bij dit meetpunt Ingevoerde componenten

Component van de meetonzekerh Calculate \$ 2

Label: 4910_intdrift Drift 4910 Interlab
Omschrijving: Drift periode 2004 -2011
Grootheit: Gelijkspanning
vWaarde: 1.00E+01
Meetonzekerheit: 2.00E-06
Type: Gaussisch (k=1)
StandaardMeetOnzekerheit: 2.00E-06
Gevoelighedsfactor: 1.00E+00
Onzekerheidsbijdrage: 2.00E-06
Variantie: 4.00E-12

MOWaarde_(1_Sigma): 2.00E-06
MOWaarde_(k=2_waarde): 4.00E-06
MOWaarde_(rel): 4.00E-07
MOWaarde-AbsDeel: 4.00E-06
MOWaarde_(rel)-AbsDeel: 4.00E-07

Record: 2 of 2

4.2 Datron 4910 Referentie standaard 4 Wire Buffer in de bepaling

Afzonderlijke componenten van de meetonzekerheit:

Meetgebied van de onzekerh label_gebied: 4910ref-10V-b Handboek 5.2§ 2.12.2 Revisiedatum Versie

Instrument: Datron 4910 Referentie 4WB Functie: Gelijkspanning
Het bereik var 10 tot en met 10

Formule (bestaat uit labels componen: 4910ref_b = 4910int_i + Datron1281_totaal + Datron1281_stddev

Meetonzekerheit: 5.33E-07 Afronden Op 1.00E-05 MO(AIgerond): 1.00E-05
AbsDeelMO: 0.00E+00
ResultaatMinAbs: 5.33E-07 ResultaatMinAbsAfrond: 1.00E-05

Meetpunt Ingevoerde meetpunten label_meetpunt: P2.12 \$ 2

Componenten meetonzekerheit bij dit meetpunt Ingevoerde componenten

Component van de meetonzekerh Calculate \$ 1

Label: 4910int_i 4910ref-10V-b
Omschrijving: Onzekerheit in de interlab bij inzet
Grootheit: Gelijkspanning
vWaarde: 1.00E+01
Meetonzekerheit: 4.00E-06
Type: Gaussisch (k=2)
StandaardMeetOnzekerheit: 2.00E-06
Gevoelighedsfactor: 1.00E+00
Onzekerheidsbijdrage: 2.00E-06
Variantie: 4.00E-12

MOWaarde_(1_Sigma): 2.66E-06
MOWaarde_(k=2_waarde): 5.33E-06
MOWaarde_(rel): 5.33E-07
MOWaarde-AbsDeel: 5.33E-06
MOWaarde_(rel)-AbsDeel: 5.33E-07

Record: 1 of 3



Meetgebied van de onzekerh .label_gebied: 4910ref-10V-b Handboek 5.2§ 2.12.2 Revisiedatum Versie

Instrument: Datron 4910 Referentie 4WB Functie: Gelijkspanning

Het bereik var 10 tot en met 10

Formule (bestaat uit labels componen: 4910ref_b = 4910int_j + Datron1281_totaal + Datron1281_stddev

Meetonzekerheit: 5.33E-07 Afronden Op: 1.00E-05 MO(Afgerond): 1.00E-05

AbsDeelMO: 0.00E+00

ResultaatMinAbs: 5.33E-07 ResultaatMinAbsAfgerond: 1.00E-05

Meetpunt: Ingevoerde meetpunten

Meetpunt label_meetpunt: P2.12 § 2

Meetpunt: 10

Componenten meetonzekerheit bij dit meetpunt: Ingevoerde componenten

Component van de meetonzekerh Calculate § 2

Label: l1281_totaal 4910ref-10V-b

Omschrijving: Specificatie 1281 op basis 10 min

Grootheid: Gelijkspanning

Waarde: 1.00E+01

Meetonzekerheit: 3.00E-06

Type: Rechthoekig

StandaardMeetOnzekerheit: 1.73E-06

Gevoelighedsfactor: 1.00E+00

Onzekerheidsbijdrage: 1.73E-06

Variante: 3.00E-12

Record: 2 of 3

Overzicht meetpunten

MOwaarde_(1_Sigma): 2.66E-06

MOwaarde_(k=2_waarde): 5.33E-06

MOwaarde_(rel): 5.33E-07

MOwaarde-AbsDeel: 5.33E-06

MOwaarde_(rel)-AbsDeel: 5.33E-07

Nieuwe formule
Verklaring formule
Rapporten
Selecteer Claim

Meetgebied van de onzekerh .label_gebied: 4910ref-10V-b Handboek 5.2§ 2.12.2 Revisiedatum Versie

Instrument: Datron 4910 Referentie 4WB Functie: Gelijkspanning

Het bereik var 10 tot en met 10

Formule (bestaat uit labels componen: 4910ref_b = 4910int_j + Datron1281_totaal + Datron1281_stddev

Meetonzekerheit: 5.33E-07 Afronden Op: 1.00E-05 MO(Afgerond): 1.00E-05

AbsDeelMO: 0.00E+00

ResultaatMinAbs: 5.33E-07 ResultaatMinAbsAfgerond: 1.00E-05

Meetpunt: Ingevoerde meetpunten

Meetpunt label_meetpunt: P2.12 § 2

Meetpunt: 10

Componenten meetonzekerheit bij dit meetpunt: Ingevoerde componenten

Component van de meetonzekerh Calculate § 3

Label: l1281_stddev 4910ref-10V-b

Omschrijving: Standaard afwijking in de meting

Grootheid: Gelijkspanning

Waarde: 1.00E+01

Meetonzekerheit: 3.00E-07

Type: Gaussisch (k=1)

StandaardMeetOnzekerheit: 3.00E-07

Gevoelighedsfactor: 1.00E+00

Onzekerheidsbijdrage: 3.00E-07

Variante: 9.00E-14

Record: 3 of 3

Overzicht meetpunten

MOwaarde_(1_Sigma): 2.66E-06

MOwaarde_(k=2_waarde): 5.33E-06

MOwaarde_(rel): 5.33E-07

MOwaarde-AbsDeel: 5.33E-06

MOwaarde_(rel)-AbsDeel: 5.33E-07

Nieuwe formule
Verklaring formule
Rapporten
Selecteer Claim



5 Calibration Measurement Uncertainty (CMC)

Op basis van de opgenomen onzekerheid rekening in dit document is erkenning aan gevraagd bij de Raad voor Accreditatie (RvA) voor het meten en generen van 10 V.

De CMC opgenomen in erkenningsnummer K038, zie www.rva.nl. Voor 10 V bedraagt deze: $3 \cdot 10^{-6} \cdot U$.

De hierboven opgenomen claim is aanzienlijk ruimer dan de meetonzekerheid berekeningen aantonen. De keuze is gemaakt, om op basis van onderhoudbaarheid deze claim op $3 \cdot 10^{-6} \cdot U$ vast te leggen.

5.1 Meetonzekerheden in tabelvorm conform EA-4/02

Meetonzekerheden gelijkspanning in tabelvorm volgens EA-4/02

Handboek HS2 2.12.1 - 1 Versie 3.0

Instrument: Datron 4910 Interlab 4WB

Bereik: 10 V - 10 V

Meetpunt: 10 V

Formule: $4910_{intert}_i = 4910_{intert} + 4910_{indirift}$

4910_{intert}_i = Bepaling van de meetonzekerheid Datron 4910 Interlab 4-wire buffer bij inzet (i)

4910_{intert} = Onzekerheid in de gegenereerde spanning bepaald door (inter) nationale standaard

$4910_{indirift}$ = Drift bepaald over periode (2004 - 2011)

Label van dit gebied: 4910int-10V-I

Label:	Grootheid:	Waarde:	Meetonzekerheid:	Distributie:	Standaard onzekerheid:	Gevoeligheidscoëfficiënt:	Onzekerheidsbijdrage:
4910_intert	Gelijkspanning	1.00E+01 V	1.00E-07 V	Gaussisch (k=2)	5.00E-08 V	1.00E+00 V	5.00E-08 V
4910_indrift	Gelijkspanning	1.00E+01 V	2.00E-06 V	Gaussisch (k=1)	2.00E-06 V	1.00E+00 V	2.00E-06 V
4910int-10V-I	Gelijkspanning	1.00E+01 V			k = 1 waarde: k = 2 waarde: relatief k = 2 waarde:		2.00E-06 V 4.00E-06 V 4.00E-07
					Onzekerheid (Rel) uit claim: Onzekerheid (Abs) uit claim:		



Handboek H5.2.2.12.2 - 2 Versie 3.0
 Instrument: Datron 4910 Referentie 4WB
 Bereik: 10 V - 10 V
 Meetpunt: 10 V
 Label van dit gebied: 4910ref-10V-b
 Formule: $4910ref_b = 4910int_i + Datron1281_totaal + Datron1281_sdddev$
 = Bepaling van de onzekerheid in de meting (b)
 4910int_i = Onzekerheid bij inzet van de Datron 4910 Interlabstandaard bij inzet (i)
 Datron1281_totaal = Onzekerheid bijdrage op basis van specificatie voor de Datron 1281
 Datron1281_sdddev = Bijdrage in de onzekerheid gebaseerd op de standaard afwijking

Label:	Grootte:	Waarde:	Meetonzekerheid:	Distributie:	Standaard onzekerheid:	Gevoeligheds-coëfficiënt:	Onzekerheidsbijdrage:
4910int_i	Gelijkspanning	1.00E+01 V	4.00E-06 V	Gaussisch (k=2)	2.00E-06 V	1.00E+00 V	2.00E-06 V
1281_totaal	Gelijkspanning	1.00E+01 V	3.00E-06 V	Rechthoekig	1.73E-06 V	1.00E+00 V	1.73E-06 V
1281_sdddev	Gelijkspanning	1.00E+01 V	3.00E-07 V	Gaussisch (k=1)	3.00E-07 V	1.00E+00 V	3.00E-07 V
4910ref-10V-b	Gelijkspanning	1.00E+01 V			k = 1 waarde: k = 2 waarde: relatief, k = 2 waarde:		2.66E-06 V 5.33E-06 V 5.33E-07
Onzekerheid (Rel) uit claim:							
Onzekerheid (Abs) uit claim:							



ONGERUBRICEERD
-20-
Memorandum ASAQ-2012-024

Handboek H5.2. 2.12.3 - 3 Versie 3.0
 Instrument: Datron 4910 Referentie 4WB
 Bereik: 10 V - 10 V
 Meetpunt: 10 V
 Label van dit gebied: 4910ref-10V-b(c)
 Formule: $4910ref_b = 4910int_l + 2182_vsl + 2182_ruis + 2182_spec + 2182_stdddev$
 $4910ref_b$ = Onzekerheid in de bepaling van de Datron 4910 referentie standaard
 $4910int_l$ = Bijdrage onzekerheid van de interlab standaard.
 2182_vsl = Bijdrage onzekerheid 2182 op het 10 mV
 2182_ruis = Ruis 2182 op basis van specificatie (hiermee wordt aangegevoerd dat 10 nV onzekerheid VSL optimistisch is)
 2182_spec = Bijdrage onzekerheid van de Keithley 2182 op basis van twee jaar (correctie afwijking ? nee)
 $2182_stdddev$ = Bijdrage in de onzekerheid op basis van de standaard afwijking in de meting.

Label:	Groottheid:	Waarde:	Mestonzekerheid:	Distributie:	Standaard onzekerheid:	Gevoeligheidscoëfficiënt:	Onzekerheidsbijdrage:
4910int_l	Gelijkspanning	1.00E+01 V	4.00E-06 V	Gaussisch (k=2)	2.00E-06 V	1.00E+00 V	2.00E-06 V
2182_vsl	Gelijkspanning	1.00E-02 V	2.50E-05 V	Gaussisch (k=2)	1.25E-05 V	1.00E-02 V	1.25E-07 V
2182_ruis	Gelijkspanning	0.00E+00 V	1.50E-08 V	Gaussisch (k=1)	1.50E-08 V	1.00E+00 V	1.50E-08 V
2182_spec	Gelijkspanning	1.00E-03 V	1.00E-07 V	Rechthoekig	5.77E-08 V	1.00E+00 V	5.77E-08 V
2182_stdddev	Gelijkspanning	0.00E+00 V	5.00E-07 V	Gaussisch (k=1)	5.00E-07 V	1.00E+00 V	5.00E-07 V
4910ref-10V-b(c)	Gelijkspanning	1.00E+01 V	X	X	k = 1' waarde:	2.07E-06 V	2.07E-06 V
					k = 2' waarde:	4.13E-06 V	4.13E-06 V
					Onzekerheid (Rel) uit claim:	Onzekerheid (Abs) uit claim:	4.13E-07



Handboek H5.2.4 - 4 - Versie 3.0
 Instrument: Datron 4910 Referentie standaard
 Bereik: 10 V - 10 V
 Meetpunt: 10 V
 Formule: $4910ref_j = 4910ref_b(c) + 4910_refdrift$
 $4910ref_j$ = Bepaling van de meetonzekerheid Datron 4910 Referentie 4-wire buffer bij inzet (i)
 $4910ref_b(c)$ = Onzekerheid in de gegenereerde spanning bij bepaling referentie 4-wire buffer
 $4910_refdrift$ = Drift bepaald over de periode (2004-2011)

Label van dit gebied: 4910ref-10V-i

Label:	Grootheid:	Waarde:	Meetonzekerheid:	Distributie:	Standaard onzekerheid:	Gevoelheidscoëfficiënt:	Onzekerheidsbijdrage:
4910ref_b(c)	Gelijkspanning	1.00E+01 V	4.13E-06 V	Gaussisch (k=2)	2.07E-06 V	1.00E+00 V	2.07E-06 V
4910_refdrift	Gelijkspanning	1.00E+01 V	4.00E-06 V	Gaussisch (k=1)	4.00E-06 V	1.00E+00 V	4.00E-06 V
4910ref-10V-i	Gelijkspanning	1.00E+01 V			'k = 1' waarde: 'k = 2' waarde:		4.50E-06 V 9.00E-06 V
relatief, 'k = 2' waarde: Onzekerheid (Rel) uit claim: Onzekerheid (Abs) uit claim:							



6 Appendix

6.1 Appendix A certificaat interlab standaard Datron 4910

<p>Physikalisch-Technische Bundesanstalt</p> <p>Braunschweig und Berlin</p>		
<p>Kalibrierschein Calibration Certificate</p>		
Gegenstand: <i>Object:</i>	Electronic voltage standard	
Hersteller: <i>Manufacturer:</i>	Wavetek Calibration Division, Norwich, England	
Typ: <i>Type:</i>	Datron 4910	
Kennnummer: <i>Serial number:</i>	23113-8	
Auftraggeber: <i>Applicant:</i>	National Aerospace Laboratory NLR Voorsterweg 31 8316 PR Marknesse Niederlande	
Anzahl der Seiten: <i>Number of pages:</i>	4	
Geschäftszeichen: <i>Reference No.:</i>	PTB AG 2.63-4051993-17/11	
Kalibrierzeichen: <i>Calibration mark:</i>	22099 PTB 11	
Datum der Kalibrierung: <i>Date of calibration:</i>	2011-04-12 bis 2011-04-20	
Im Auftrag: <i>By order:</i>	Braunschweig, 2011-05-06	Bearbeiter: <i>Examiner:</i>
	Siegel <i>Seal</i>	
<p>391 00B k</p> <p>Dr. R. Behr</p>		<p>S. Gruber</p>
<p><small>Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Siegel haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein darf nur unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge bedürfen der Genehmigung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Calibration certificates without signature and seal are not valid. This calibration certificate may not be reproduced other than in full. Extracts may be taken only with permission of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt.</small></p>		



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Seite 2 zum Kalibrierschein vom 2011-05-06, Kalibrierzeichen: 22099 PTB 11
 Page 2 of calibration certificate of 2011-05-06, calibration mark: 22099 PTB 11

1. Calibration object

The electronic voltage standard produces the output voltages 1 V, 1,018 V and 10 V.
 A thermistor is incorporated for monitoring of the internal temperature.

2. Calibration procedure

The value of the output voltage of the electronic voltage standard was measured as the difference to a voltage standard calibrated via a traceable route. For this purpose, the respective negative terminals (LO) were interconnected and the difference voltage between the respective positive terminals (HI) determined with a traceably calibrated digital voltmeter. The zero displacement of the digital voltmeter was eliminated by reversal of the poles.

The voltage values stated are based on the internationally agreed value for the Josephson constant, K_{J-90} .

3. Ambient conditions

The ambient temperature was kept constant to $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. Air pressure and air humidity during calibration are shown in the table (point 6). No corrections for the influence of the ambient conditions on the calibration object were applied to the measurement results.

4. Measurement conditions

The electronic voltage standard was connected to the supply (230 V, 50 Hz) for continuous operation.

10 V has been measured at the four wire buffer output.

5. Measurement uncertainties

Measurand	Voltage 10 V	Pressure	Humidity
Measurement uncertainty	$1 \cdot 10^{-7}$	2 hPa	10 %

The uncertainty stated is the expanded relative uncertainty of measurement obtained by multiplying the relative standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$. It has been determined in accordance with EA-4/02 (1999). At normal distribution, it corresponds to a coverage probability of approx. 95%. A component for the long-term stability of the calibration object is not included.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Seite 3 zum Kalibrierschein vom 2011-05-06, Kalibrierzeichen: 22099 PTB 11
 Page 3 of calibration certificate of 2011-05-06, calibration mark: 22099 PTB 11

6. Measurement results (for Datron 4910 Nr. 23113-8)

Date	Air pressure	Air humidity	10-V-Voltage
2011-04-12	1005 hPa	33 %	9,999 982 6 V
2011-04-13	1007 hPa	26 %	9,999 982 7 V
2011-04-13	1007 hPa	26 %	9,999 981 5 V
2011-04-14	1009 hPa	28 %	9,999 981 7 V
2011-04-15	1012 hPa	21 %	9,999 981 5 V
2011-04-18	1016 hPa	31 %	9,999 981 0 V
2011-04-18	1015 hPa	29 %	9,999 981 1 V
2011-04-19	1009 hPa	26 %	9,999 980 6 V
2011-04-19	1011 hPa	26 %	9,999 981 8 V
2011-04-20	1009 hPa	28 %	9,999 981 2 V
Mean value:			9,999 981 6 V
Standard			0,6 μ V



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Seite 4 zum Kalibrierschein vom 2011-05-06, Kalibrierzeichen: 22099 PTB 11
Page 4 of calibration certificate of 2011-05-06, calibration mark: 22099 PTB 11

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und Berlin ist das nationale Metrologieinstitut und die technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Messwesen und Teile der Sicherheitstechnik. Die PTB gehört zum Dienstbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Sie erfüllt die Anforderungen an Kalibrier- und Prüflaboratorien auf der Grundlage der DIN EN ISO/IEC 17025.

Zentrale Aufgabe der PTB ist es, die gesetzlichen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darzustellen, zu bewahren und – insbesondere im Rahmen des gesetzlichen und industriellen Messwesens – weiterzugeben. Die PTB steht damit an oberster Stelle der metrologischen Hierarchie in Deutschland. Kalibrierscheine der PTB dokumentieren die Rückführung des Kalibriergegenstandes auf nationale Normale.

Dieser Ergebnisbericht ist in Übereinstimmung mit den Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMCs), wie sie im Anhang C des gegenseitigen Abkommens (MRA) des Internationalen Komitees für Maße und Gewichte enthalten sind. Im Rahmen des MRA wird die Gültigkeit der Ergebnisberichte von allen teilnehmenden Instituten für die im Anhang C spezifizierten Messgrößen, Messbereiche und Messunsicherheiten gegenseitig anerkannt (nähere Informationen unter <http://www.bipm.org>).



The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig and Berlin is the National Metrology Institute and the highest technical authority of the Federal Republic of Germany for the field of metrology and certain sectors of safety engineering. The PTB comes under the auspices of the Federal Ministry of Economics and Technology. It meets the requirements for calibration and testing laboratories as defined in the EN ISO/IEC 17025.

It is fundamental task of the PTB to realize and maintain the legal units in compliance with the International System of Units (SI) and to disseminate them, above all within the framework of legal and industrial metrology. The PTB thus is on top of the metrological hierarchy in Germany. Calibration certificates issued by it document that the object calibrated is traceable to national standards.

This certificate is consistent with Calibration and Measurement Capabilities (CMCs) that are included in Appendix C of the Mutual Recognition Arrangement (MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM). Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurements uncertainties specified in Appendix C (for details see <http://www.bipm.org>).



6.2 Appendix B certificaat nano-Voltmeter Keithley 2182

 VSL Dutch Metrology Institute	<h1 style="margin: 0;">CERTIFICAAT</h1> <p style="margin: 0;">Nummer 3351714 Blad 1 van 2</p>
Aanvrager	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium Voorsterweg 31 8316 PR MARKNESSE
Aangeboden	Een nanovoltmeter Fabrikant : Keithley Type : 2182 Serienummer : 0912789
Wijze van onderzoek	De nanovoltmeter is op de 10 mV en 100 mV gelijkspanningsbereiken onderzocht met behulp van een calibrator. Van het 10 mV bereik is tussen -1 mV en + 1 mV de afwijking van lineariteit bepaald met behulp van een stroombron en referentieweerstanden. Iedere uitlezing van de nanovoltmeter is gecorrigeerd voor offsetspanningen door middel van een nulmeting voor en na de uitlezing. De metingen zijn verricht bij een omgevingstemperatuur van $(23,3 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ en een relatieve luchtvochtigheid van $(46 \pm 5) \%$.
Datum van onderzoek	6 april 2012 tot en met 26 april 2012
Resultaat	De meetresultaten zijn weergegeven op blad 2 van dit certificaat. De gerapporteerde meetonzekerheid is de standaardonzekerheid vermenigvuldigd met een dekkingsfactor $k = 2$, welke voor een normale verdeling overeenkomt met een dekkingswaarschijnlijkheid van ongeveer 95 %. De standaardonzekerheid is bepaald overeenkomstig de 'Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement' (GUM).
Herleidbaarheid	De resultaten van de uitgevoerde kalibraties zijn herleidbaar naar primaire en/of (inter)nationaal erkende meetstandaarden.



Delft, 27 april 2012
VSL B.V.

VSL
Dutch
Metrology
Institute

R.P. van Bemmelen
Allround metrologisch medewerker

Dit certificaat is in overeenstemming met de kalibratie- en meetmogelijkheden (CMC's) die opgenomen zijn in Appendix C van de wederzijdse gelijkwaardigheidsregeling (MRA), opgesteld door het Internationaal Comité voor maten en gewichten (CIPM). In het kader van de MRA erkennen deelnemende instituten de geldigheid van elkaars kalibratie- en meetcertificaten voor de meetgrootheden, meetbereiken en meetonzekerheden zoals gespecificeerd in Appendix C van de MRA (zie voor details <http://kcdb.bipm.fr>).

VSL B.V.
Thijssseweg 11, 2629 JA Delft (NL)
Postbus 654, 2600 AR Delft (NL)
T 015 269 15 00
F 015 261 29 71
I www.vsl.nl



Dit certificaat wordt verstrekt onder het voorbehoud dat generlei aansprakelijkheid wordt aanvaard en dat aanvrager vrijwaring geeft voor elke aansprakelijkheid jegens derden.

Reproductie van het volledige certificaat is toegestaan. Gedeelten van dit certificaat mogen slechts worden gereproduceerd na verkregen schriftelijke toestemming.



Dutch
Metrology
Institute

CERTIFICAAT

Nummer 3351714
Blad 2 van 2

Tabel 1: Gelijkspanningsbereiken

Bereik mV	Aangeboden waarde mV	Gemeten waarde mV	Onzekerheid in de gemeten waarde $\mu\text{V/V}$
10	10,000 0	10,000 59	25
10	-10,000 0	-10,000 53	25
100	100,000 0	100,001 1	3
100	-100,000 0	-100,001 0	3

Tabel 2:

Afwijking van lineariteit van het 10 mV bereik

Aangeboden waarde mV	Afwijking van lineariteit nV	Onzekerheid in de gemeten afwijking nV
-1,000 00	3	10
-0,900 00	3	10
-0,800 00	1	10
-0,700 00	1	10
-0,600 00	1	10
-0,500 00	0	10
-0,400 00	-3	10
-0,300 00	-2	10
-0,200 00	-2	10
-0,100 00	-3	10
0,100 00	-1	10
0,200 00	-2	10
0,300 00	-3	10
0,400 00	-1	10
0,500 00	3	10
0,600 00	1	10
0,700 00	0	10
0,800 00	5	10
0,900 00	2	10
1,000 00	0	10