



Gyártósori Célgép Tesztelés

Kvalitatív és kvantitatív

Bilau Zoltán, üzletfejlesztési vezető, ProDSP

ProDSP - Tesztelés



Results Today

Pass Ratio: 25

4 Total
1 Passed
3 Failed/Error

Average Time Today: 66.1875 Machine
0 Idle
0 Overall

Results Since Login

Pass Ratio: 0

1 Total
0 Passed
1 Failed/Error

Average Time Since Login: 139.398 Machine
0 Idle
0 Overall

DUT Information

AC3DRV066RX203210029# Serial
Testing Result
Progress

Current User

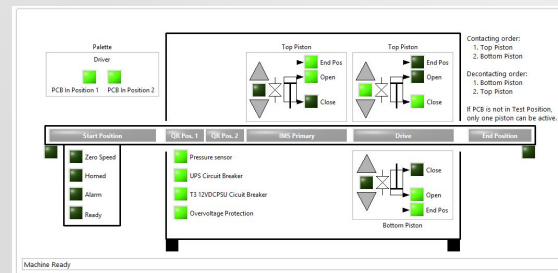
First Name
Last Name
Administrator Group

Machine State

No Fault - Ready to use

Parts Lifetime

0 #Over Lifetime 0 #Close to Lifetime Check



- Power-up teszt
- Safety teszt
- Automatizálás
- UI teszt
- Méréstechnikai teszt
- Szekvencia teszt

- **Kvalifikálás (gép + teszt szekvencia)**
 - Voltage Spike
 - RnR
 - Capability

- Hosszú távú teszt



KVALITATÍV ELLENŐRZÉS

Voltage Spike

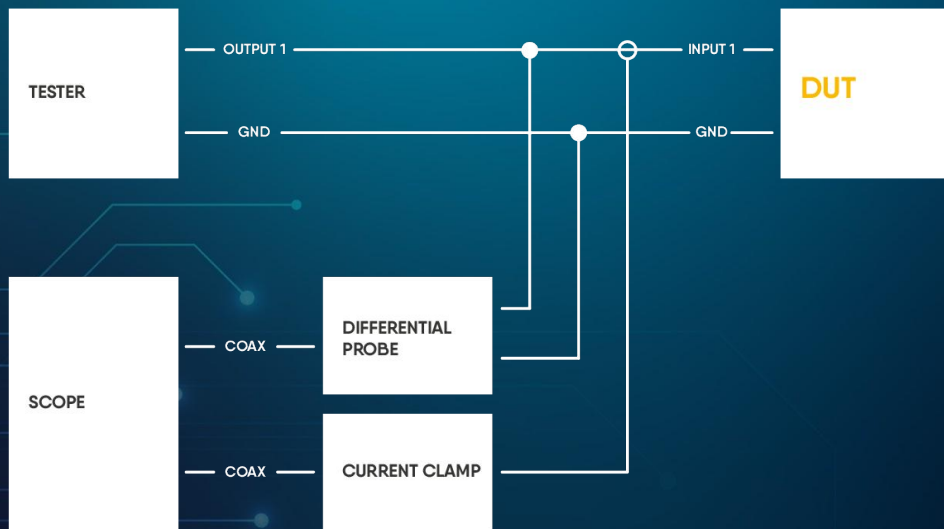
VOLTAGE SPIKE CÉLOK

- **Voltage Spike**
 - Tüskék detektálása
 - DUT gerjesztőjelei a tolerancia sávban
 - Gyors tarnzienesek
 - Csak a gerjesztett DUT bemeneteken



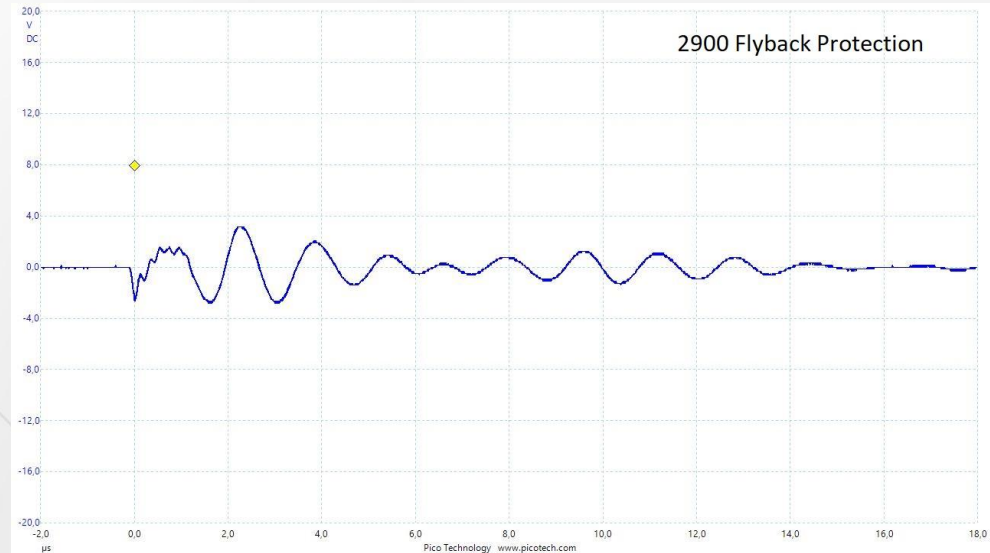
VOLTAGE SPIKE - MÉRÉSI KONFIGURÁCIÓ

- Mérési pontok közelebb a DUT-hoz
- Árnyékolt (+ sodort érpár) vezetékek
- Antenna, zajt visznek a mérésbe
- Föld függetlenítés szükséges



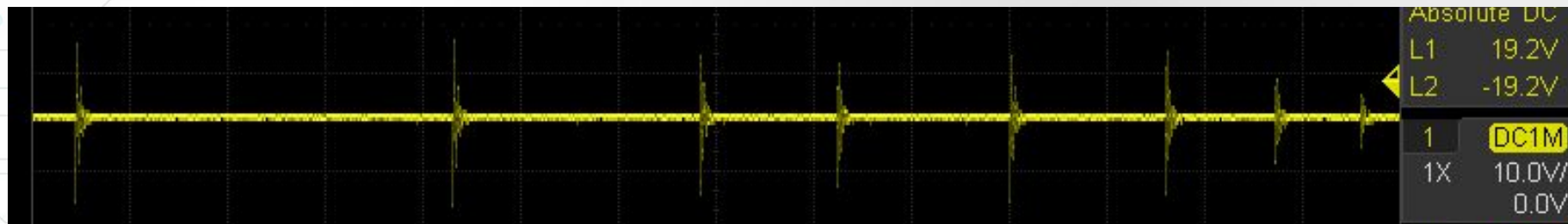
VOLTAGE SPIKE - KERESETT JELENSÉGEK

- Nagy sávszélesség
- > 10 MHz
- Kis mintavételi periódus
- > 1 Ghz
- Rövid jelenségek
- kb. 100 us - 10 ns
- Mérés alatt akár többször előfordulhat

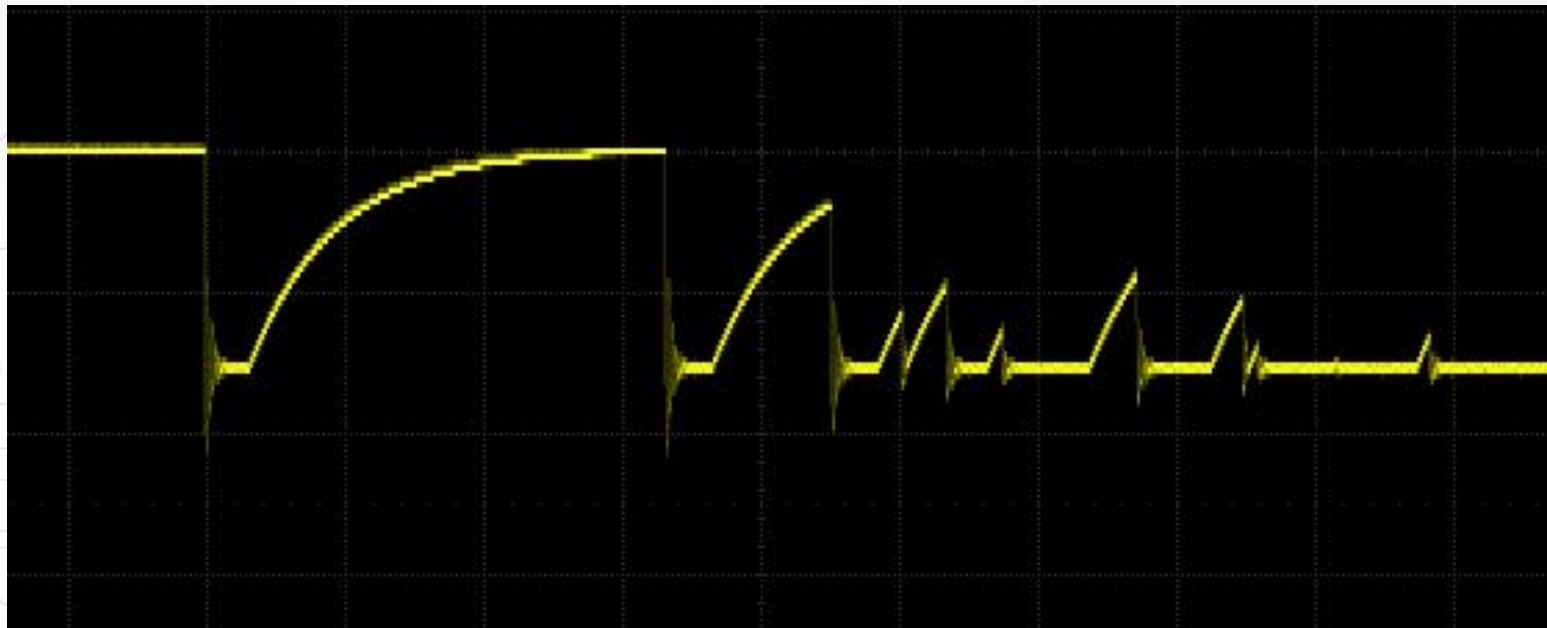


VOLTAGE SPIKE - MÉRÉS VÉGREHAJTÁSA

- Specifikáció (max, min értékek)
- Csak a teszt egy részét rögzítjük
- Triggerelés
- Scope beállítása
- Ha triggerelt -> forrás vizsgálata
- Hiba lokalizálás



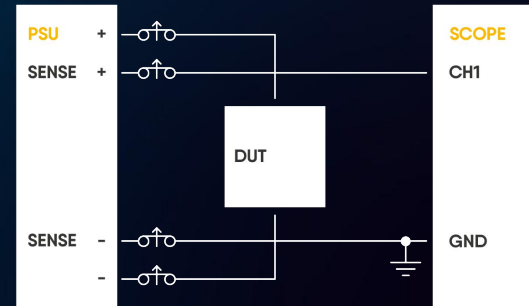
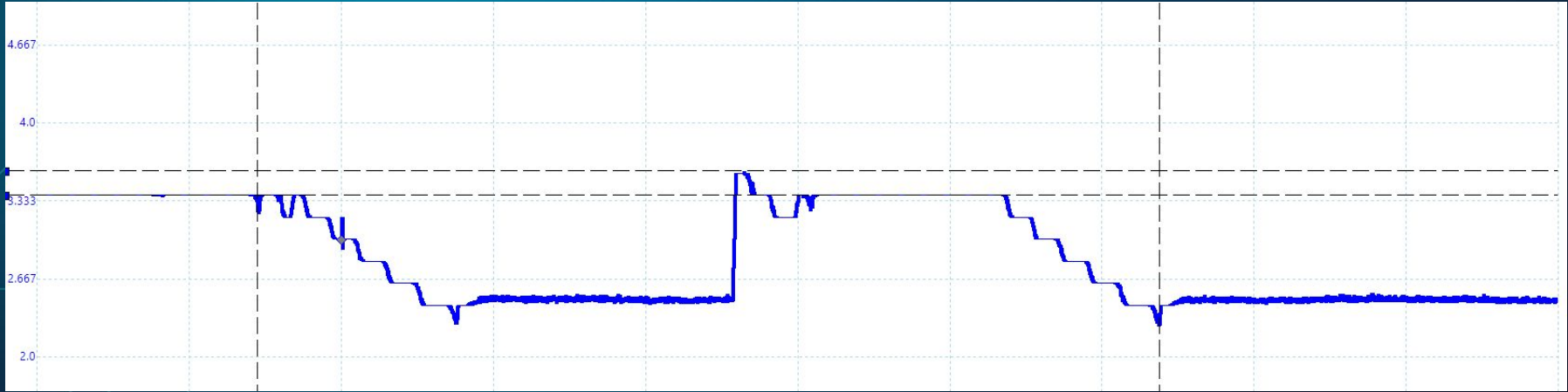
VOLTAGE SPIKE - HIBA: RELÉ KAPCSOLÁS FESZÜLTÉG ALATT, MÉRÉSHATÁR VÁLTÁS



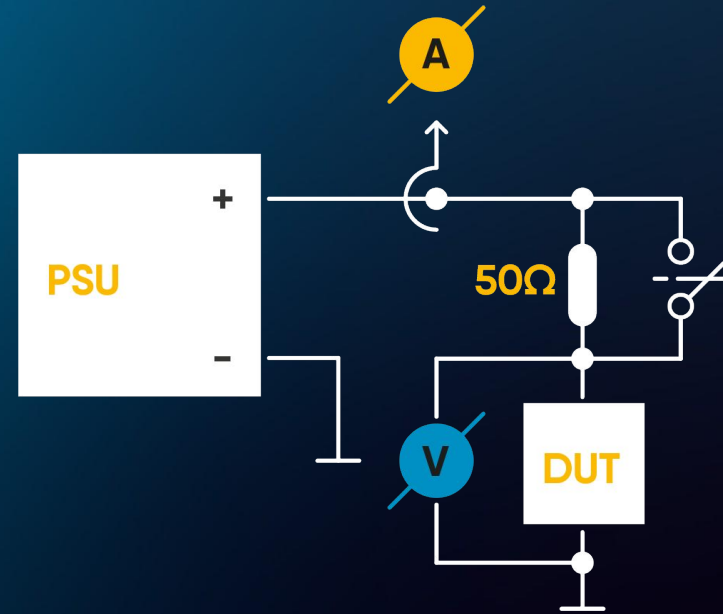
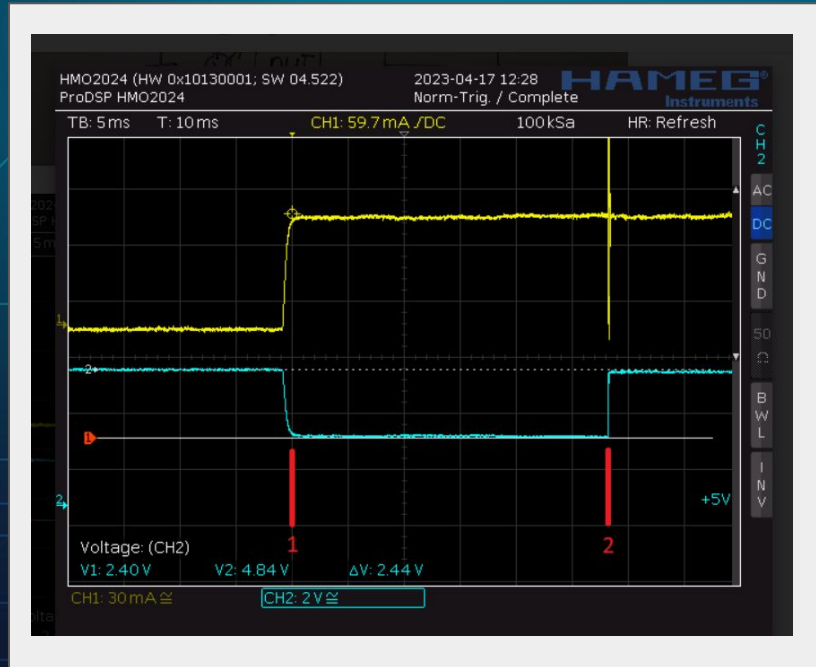
VOLTAGE SPIKE - HIBA: REFLEXIÓ



VOLTAGE SPIKE - Hiba: Szabályozási túllövés, Sense megszakítás



VOLTAGE SPIKE - uC felélesztése sleep árammérés közben



KVANTITATÍV ELLENŐRZÉS

Gage RnR, Capability

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS

- Nagyon sok mérési adat keletkezik (XML file, TestStand report)
 - akár > 1000 mérési paraméter
 - Műszer által mért értékek:
 - feszültség
 - áram
 - frekvencia
 - rise time, fall time
 - duty
 - high level, low level
 - kép (mm)
 - Termék által mért értékek
 - feszültség
 - áram
 - duty
 - kalibrációs paraméterek
- Ezeket fel kell használni a tesztberendezés kiértékeléséhez is.

```
119 <Meas Name="Gain_DC_Bus_Low" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="LOG" Min="9" Max="11" Meas="0.2708740234375" Result="Passed" M
120 <Meas Name="Offset_DC_Bus_Low" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="LOG" Min="9" Max="11" Meas="0.94140625" Result="Passed" Meas
121 <Meas Name="0207 VBATF Consumption" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0.93" Max="1.05" Meas="0.983958" Res
122 <Meas Name="0208 VBATF Consumption" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0.72" Max="0.85" Meas="0.78172358" I
123 <Meas Name="0210.1 Sxx_Vdo_h_ado_gain_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2C 2B AB" Meas="62 2A 2C 2B AB" Result="Passes
124 <Meas Name="0210.2 Sxx_Vdo_h_ado_offset_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2D 02 01 1B" Meas="62 2A 2D 02 01 1B" Result
125 <Meas Name="0210.3 Sxx_Vdo_h_ado_gain_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2B 2B AB" Meas="62 2A 2B 2B AB" Result="Passes
126 <Meas Name="0210.4 Sxx_Vdo_l_ado_offset_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2F 02 01 E2" Meas="62 2A 2F 02 01 E2" Result
127 <Meas Name="0705.1 VDC_High_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELB" Min="18.99979" Max="21.94653" Meas="20.2320312"
128 <Meas Name="0705.1 VDC_Low_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELB" Min="18.97115" Max="22.15668" Meas="20.3339375"
129 <Meas Name="0706.1 VDC_High_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELB" Min="298.13832" Max="303.2424" Meas="300.23085"
130 <Meas Name="0706.2 VDC_Low_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELB" Min="298.15818" Max="303.2626" Meas="300.173046"
131 <Meas Name="0000.1 ERelease DTC Success?" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="04" Meas="04" Result="Passed" MeasTimeStamp="2022-02-10"
132 <Meas Name="0001.1 Check DTC" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="59 62 FF" Meas="59 62 FF" Result="Passed" MeasTimeStamp="2022-02-
133 <Meas Name="0320.1 HV CommunicationTest PowerMode State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Power On" Meas="Power On" Result="Pass
134 <Meas Name="0320.1 HV CommunicationTest PowerMode Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0.74" Max="0.8"
135 <Meas Name="0320.1 NetworkDetection No Network" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="EG" Min="0" Max="11" Meas="0" Result="Passes
136 <Meas Name="0310.1.1 Mono Inrush Event 1a A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="2" Meas="0.12443" R
137 <Meas Name="0310.1.2 Mono Inrush Event 1b A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="13.6" Meas="8.3392" R
138 <Meas Name="0320.2 HV CommunicationTest ChargeMode Mono OA Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="1"
139 <Meas Name="0300.2 NetworkDetection Mono Phase" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="EG" Min="0" Max="11" Meas="0" Result="Passes
140 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="60" Meas="45.816" Res
141 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="60" Meas="0.12028" R
142 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 C" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="60" Meas="0.11669" R
143 <Meas Name="0320.3 HV CommunicationTest ChargeMode Mono Pmax State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Result
144 <Meas Name="0320.3 HV CommunicationTest ChargeMode Mono Pmax Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="1;
145 <Meas Name="Discharge Inrush DCBUS_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="LT" Min="3" Max="5" Meas="0.5303625" Result="I
146 <Meas Name="Discharge Inrush DCBUS_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="LT" Min="3" Max="5" Meas="0.94140625" Result="I
147 <Meas Name="0310.2.1 Three Inrush Event 1a A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="11.7" Meas="6.3092"
148 <Meas Name="0310.2.1 Three Inrush Event 1a B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="11.7" Meas="6.3187"
149 <Meas Name="0310.2.2 Three Inrush Event 1b C" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="0" Max="40.7" Meas="30.765"
150 <Meas Name="0320.4 HV CommunicationTest ChargeMode Three OA State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Result
151 <Meas Name="0320.4 HV CommunicationTest ChargeMode Three OA Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="1;1;
152 <Meas Name="0320.4 HV CommunicationTest ChargeMode Three OB State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Result="
153 <Meas Name="0310.2.3 Three Inrush Event 2 A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="5" Max="60" Meas="44.783" R
154 <Meas Name="0310.2.3 Three Inrush Event 2 B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELB" Min="5" Max="60" Meas="44.783" R
```

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS

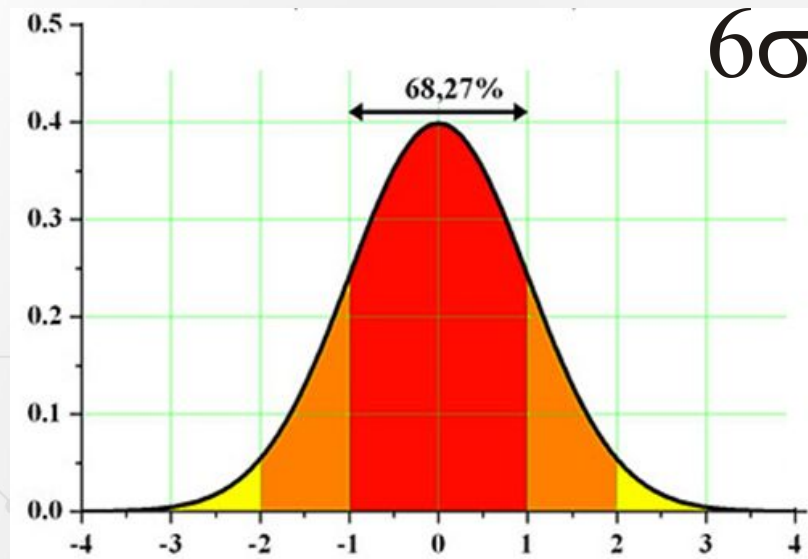
- Mi van reportban?
 - Name (beszéd, megfelelő referenciával a teszt specifikációra)
 - Type (Numerical, Logic, String etc)
 - Parameter (Frequency, Percentage, Flow rate, Pressure, Voltage, Current etc)
 - Unit (Hz, V, A, l/sec, Pa etc)
 - Comtype (GELE, GE, LE, EQ etc)
 - Min
 - Max
 - Meas
 - Result (Passed, Failed)
 - MeasTimeStamp

```
119 <Meas Name="Gain_DC_BUS_Low" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="LOG" Min="9" Max="11" Meas="0.2708740234375" Result="Passed" Re
120 <Meas Name="Offset_DC_BUS_Low" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="LOG" Min="9" Max="11" Meas="0.94140625" Result="Passed" Mea
121 <Meas Name="0207 VBATP Consumption" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0.93" Max="1.05" Meas="0.9838525" Re
122 <Meas Name="0208 VBATP Consumption" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0.72" Max="0.85" Meas="0.788172358" F
123 <Meas Name="0210.1 Sxx_Vdc_h_adc_gain_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2C 2B AE" Meas="62 2A 2C 2B AE" Result="Pass
124 <Meas Name="0210.2 Sxx_Vdc_h_adc_offset_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2B 02 01 15" Meas="62 2A 2D 02 01 15" Result
125 <Meas Name="0210.3 Sxx_Vdc_l_adc_gain_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2B 02 AE" Meas="62 2A 2B AE" Result="Pass
126 <Meas Name="0210.4 Sxx_Vdc_l_adc_offset_eol" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="62 2A 2F 02 01 E2" Meas="62 2A 2F 02 01 E2" Result
127 <Meas Name="0705.1 VDC_High_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELE" Min="18.99879" Max="21.94653" Meas="20.2320312
128 <Meas Name="0705.1 VDC_Low_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELE" Min="18.97115" Max="22.15668" Meas="20.3359375"
129 <Meas Name="0706.1 VDC_High_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELE" Min="298.13832" Max="303.2424" Meas="300.23085
130 <Meas Name="0706.2 VDC_Low_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="GELE" Min="298.15818" Max="303.2626" Meas="300.173046
131 <Meas Name="0000.1 Eresae DTC Success2" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="54" Meas="54" Result="Passed" MeasTimeStamp="2022-02-10
132 <Meas Name="0001.1 Check DTC" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="59 02 FF" Meas="59 02 FF" Result="Passed" MeasTimeStamp="2022-02-
133 <Meas Name="0320.1 HV CommunicationTest PowerMode State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Power On" Meas="Power On" Result="Pass
134 <Meas Name="0320.1 HV CommunicationTest PowerMode Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0.74" Max="0.6
135 <Meas Name="0300.1 NetworkDetection No Network" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="EQ" Min="3" Max="11" Meas="0" Result="Pass
136 <Meas Name="0310.1.1 Mono Inrush Event 1a A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="2" Meas="0.12443" Re
137 <Meas Name="0310.1.2 Mono Inrush Event 1b A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="13.6" Meas="8.3392"
138 <Meas Name="0320.2 HV CommunicationTest ChargeMode Mono OA State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Result
139 <Meas Name="0320.2 HV CommunicationTest ChargeMode Mono OA Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="11.1"
140 <Meas Name="0300.2 NetworkDetection Mono Phase" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="EQ" Min="0" Max="11" Meas="0" Result="Pass
141 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="5" Max="60" Meas="45.816" Re
142 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="60" Meas="0.12062" Re
143 <Meas Name="0310.1.3 Mono Inrush Event 2 C" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="60" Meas="0.11668" Re
144 <Meas Name="0320.3 HV CommunicationTest ChargeMode Mono Pmax State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Resu
145 <Meas Name="0320.3 HV CommunicationTest ChargeMode Mono Pmax Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="1.
146 <Meas Name="Discharge Inrush DCBUS_H" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="LE" Min="3" Max="5" Meas="0.5390625" Result="I
147 <Meas Name="Discharge Inrush DCBUS_L" Type="Numerical" Parameter="Voltage" Unit="V" CompType="LE" Min="3" Max="5" Meas="0.94140625" Result="I
148 <Meas Name="0310.2.1 Three Inrush Event 1a A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="11.7" Meas="6.3092"
149 <Meas Name="0310.2.1 Three Inrush Event 1a B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="11.7" Meas="6.3167"
150 <Meas Name="0310.2.2 Three Inrush Event 1b C" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="0" Max="40.7" Meas="20.765"
151 <Meas Name="0320.4 HV CommunicationTest ChargeMode Three OA State" Type="Logic" Parameter="String" ExpectedVal="Charge" Meas="Charge" Result
152 <Meas Name="0320.4 HV CommunicationTest ChargeMode Three OA Current" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="1.1"
153 <Meas Name="0300.3 NetworkDetection Three Phase" Type="Numerical" Parameter="" Unit="" CompType="EQ" Min="2" Max="11" Meas="2" Result="Pass
154 <Meas Name="0310.2.3 Three Inrush Event 2 A" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="5" Max="60" Meas="44.788" Re
155 <Meas Name="0310.2.3 Three Inrush Event 2 B" Type="Numerical" Parameter="Current" Unit="A" CompType="GELE" Min="5" Max="60" Meas="44.788" Re
```

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS

- Repeatability
- Reproducibility
- Capability

Gage RnR



KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - REPEATIBILITY

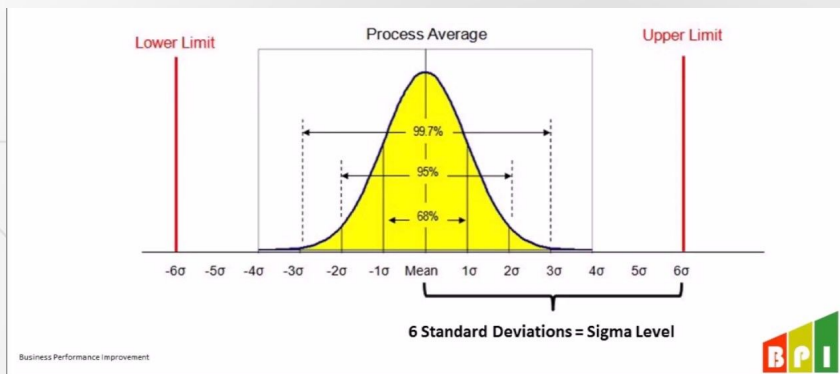
- Equipment Variation / Total Variation < 10%
 - a tesztelőberendezésnek 10x pontosabbnak kell lennie, mint a terméknek
 - rövid távú stabilitást (ismételhetőséget) vizsgáljuk
- 3 terméket egyenként 10x tesztelünk (lehet más mennyiségekkel is operálni)
 - Equipment Variation
 - termékenkénti range (max-min) átlaga a 10 mérésre mekkora az adott mért paraméternek (* stat. const)
 - Product Variation
 - adott mérés átlagos értékének a range-e (max-min) mekkora (* stat. const)
 - Total Variation
 - 2 variation négyzetes összegének a gyöke
- Mit látunk ebből?
 - Elegendően pontos-e minden műszerünk az adott mérés elvégzéséhez?
 - Két közel mérőrendszer összehasonlítása.

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - REPRODUCTABILITY

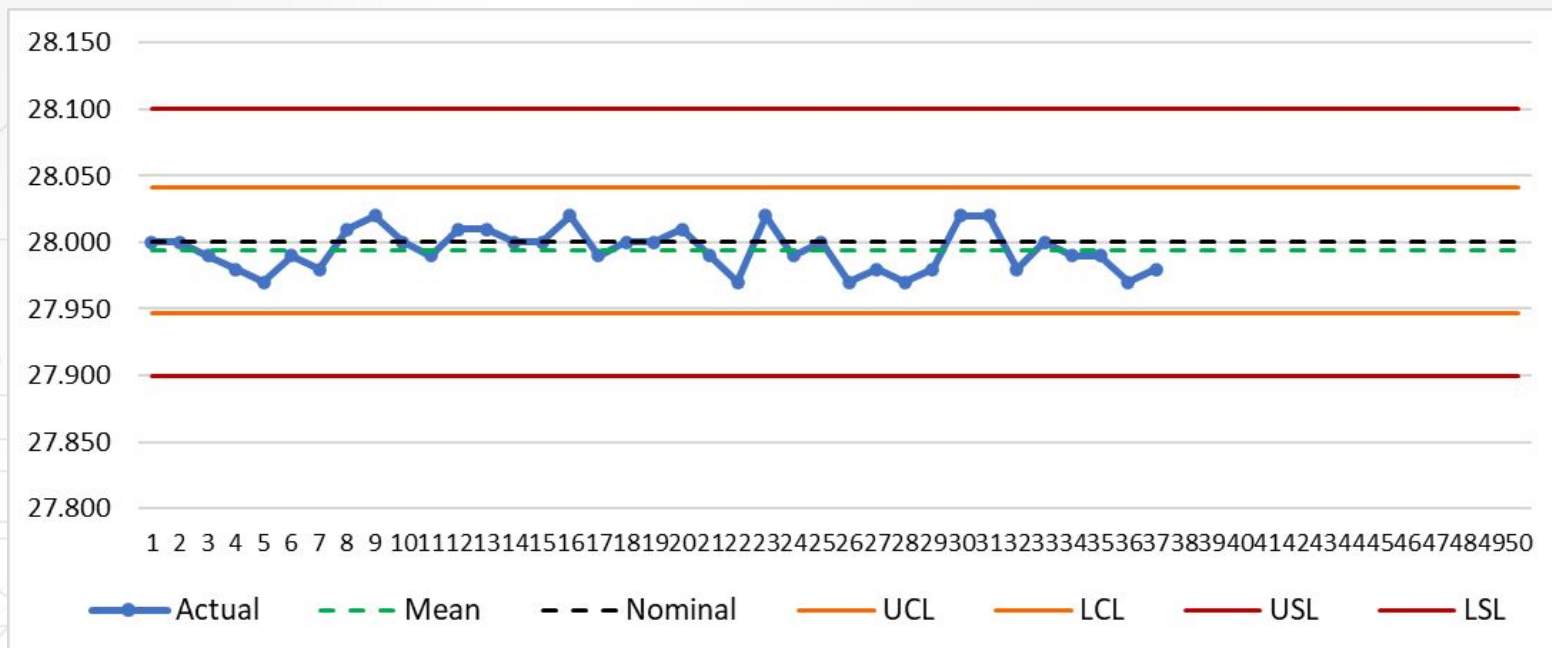
- Hosszabb távú stabilitást vizsgáljuk
- Tipikusan aranymintát használva
 - Tesztelés 3x
 - Teszter kikapcsolása, majd visszakapcsolása + várakozás
 - Tesztelés 3x
 - Teszter kikapcsolása, majd visszakapcsolása + várakozás
 - Tesztelés 3x
- Annak a vizsgálata, hogy a mérési pontosság a definiált pontosságon belül van-e mindig
 - Pl. $\pm 0.1V$ a pontosságigény, meg kell nézni, hogy az adott mérésre mind a 9 mérés a $\pm 0.1V$ -on belül van-e

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - CAPABILITY

- Milyen információk szükségesek
 - Határértékek
 - Mérések
- Mire kapunk választ
 - Mennyire jól van meghatározva a határérték a mérés eloszlásához képest
- Cél: six sigma
 - 3,4 hibát jelent egymillió mérésre vetítve
- Nem az a cél, hogy a limiteket állítsuk, hanem, hogy a rendszert javítsuk.



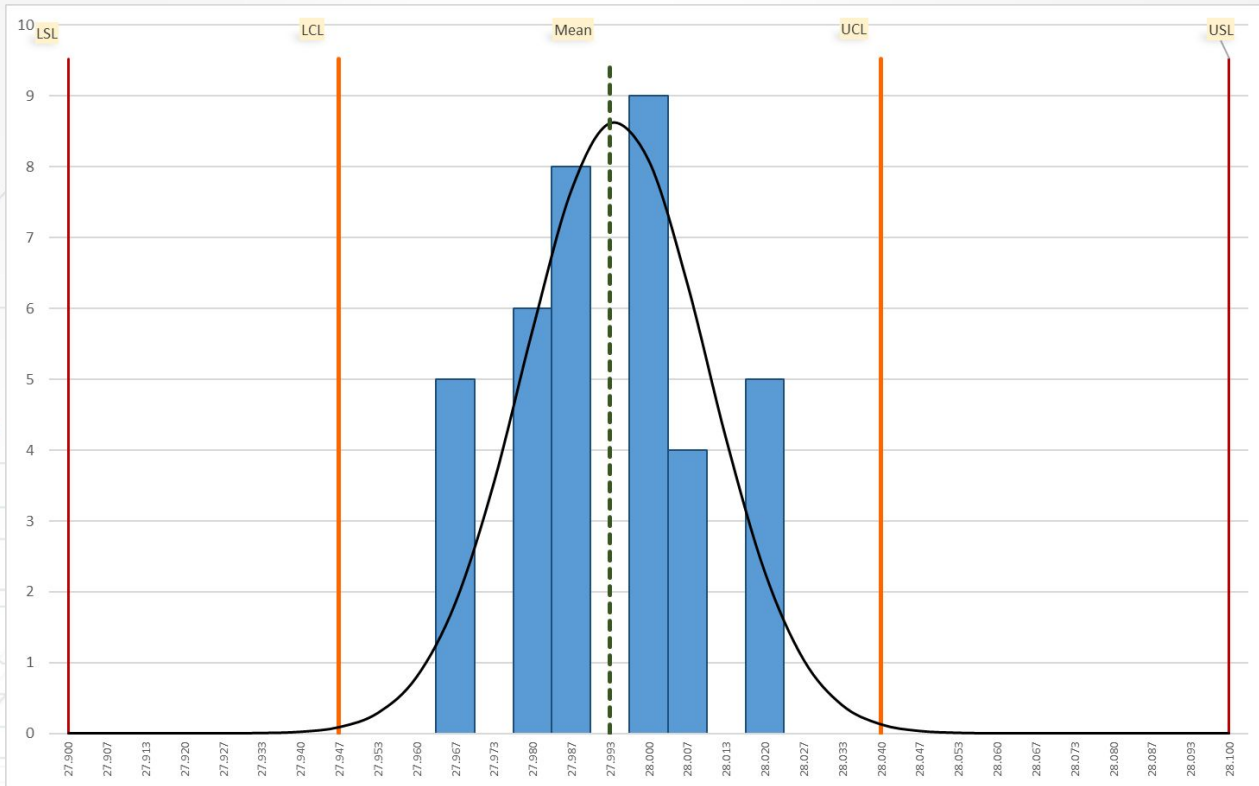
KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - CAPABILITY



KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - CAPABILITY SZÁMOLÁS

- Bemenetek
 - LSL, USL (Lower, Upper Specification Limit)
 - Measurement Data
 - Process Mean = Average(Measurement Data)
 - Standard Deviation = $\sqrt{\frac{\text{sum}((\text{Measurement Data} - \text{Process Mean})^2)}{N}}$
- $C_{pl} = (\text{Process Mean} - \text{LSL}) / (3 * \text{Standard Deviation})$
- $C_{pu} = (\text{USL} - \text{Process Mean}) / (3 * \text{Standard Deviation})$
- $C_{pk} = \text{Min}(C_{pl}, C_{pu})$
- $C_{pk} = 2$ ez felel meg a 6sigma-nak, ez a cél
- $C_{pk} = 1.66$ ez felel meg a 5sigma-nak, ez még elfogadható
- Centered

KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - CAPABILITY

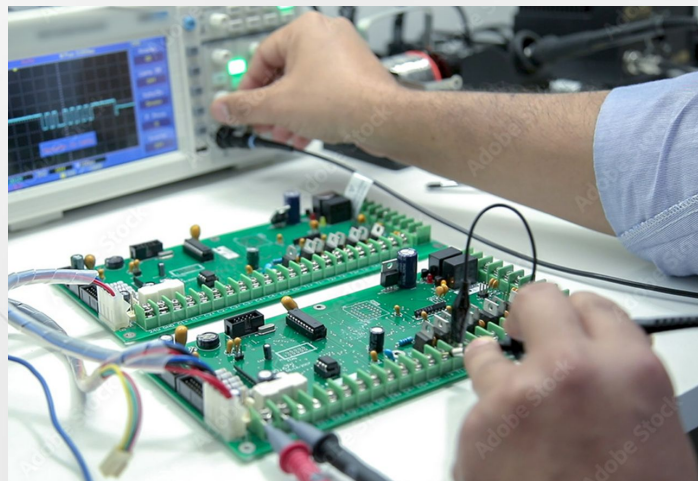


KVALIFIKÁCIÓ - KVANTITATÍV ANALÍZIS - CAPABILITY

- Milyen hibákat tudunk/tudtunk eddig javítani a segítségével?
 - Zaj
 - árnyékolatlan vezeték
 - relékapcsolás zaja
 - Műszerek elégtelen pontossága
 - Kontaktálás bizonytalansága (időben elromló)
 - Termék design hiba (két azonosnak tervezett csatornának más a CPK-ja)
 - Termék SW hiba (szűrés)

MIKOR ÉRDEMES A KVALIFIKÁCIÓT (RnR, Capability) ÚJBÓL FUTTATNI?

- Teszt protokoll változtatáskor
- HW változtatás (pl műszer, multiplexer csere, tűágy csere)
- Capability (kicsi effort, offline is működhet) amilyen gyakran lehet



Mit tanultunk ebből? Miről szólt az előadás?

- **Voltage spike**
 - Hogyan mérjük?
 - Milyen hibákra deríthet fényt?
 - Hogyan tudunk a hibákra megoldást adni?
- **Gage RnR, Capability**
 - Hogyan számoljuk?
 - Egy konkrét mérőszám az adott mérésre.
 - Milyen hibákra gyanakodhatunk, ha nem jó/változik?

Köszönöm a figyelmet!

