Info. **MérésLabor 2.** tárgy
(*tavaszi félév*)

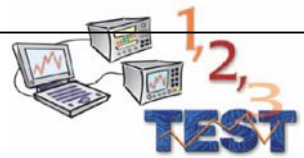
- **a Tárgy**

  *... **követelmények** és számonkérés*

- *Mérések / mérőcsoport **(2 fő)***

  *... saját **időtábla***

- **a Munkahely**



  *... szakszerűség, **biztonság** (**! aláírás !**)*

***alapMűszerek** kezelése*

a **Tárgy** → Mérnöki/gyakorlati munka

„ Ha én mérnök volnék, mér'ne sokat mérnék ..."

Jegyzet: van (Mérési utm., Műszerismertető)

WEB lap:

http://www.mit.bme.hu/oktatas/targyak/vimia216/

Öt helyszín: I**B**413, I**E**226, **IL107**, **V2**/405 a,b

3 (4) időpont (kurzus) ...

Követelmények:

B+5 mérés, **1** ellenörző mérés (**időtábla**)
• **Minden mérést el kell végezni!** •

Gondos munka
(és a mérőhelyek eszközeinek száma csak **nő**het!)

Józan, de **szigorú** labor szabályok
(legfontosabb a BIZTONSÁG;
hetenként *több mint 150 ember* dolgozik a laborban)

3K szabály („főbenjáró bűnök”):

- **K**ésés (hiányzás??)
- **K**észületlenség
- sza**K**szerűtlenség

→ **Pót**mérés
(**csak 1** lehet)

Számonkérés:

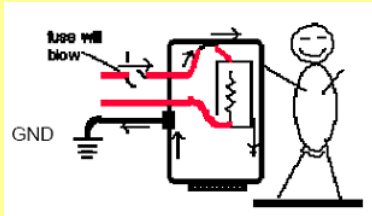
B, 1. mérés: **nincs osztályzat**
2-5. mérés**:** **egyéni Házi feladat WEB lapról**
***közös* e-Jegyzőkönyv (magyar!)**
külön-külön (!) osztályzat
Ellenörző mérés**:** gyakorlati – ***egyedül***
írásbeli – ***egyedül***

Nincs „szivatás”,
de „Róbert bácsik” sem vagyunk …

A mérésvezető **egyénenként** ad osztályzatot
- a **felkészülés** ellenörzése (!),
- az otthon *egyedül (!)* elkészített
Házi feladat megoldása,
- a **labormunka** és
- a *közös* **e-Jegyzőkönyv** alapján

a Munkahely:

Balesetmegelőzési
és tűzvédelmi rendszabályok
betartása

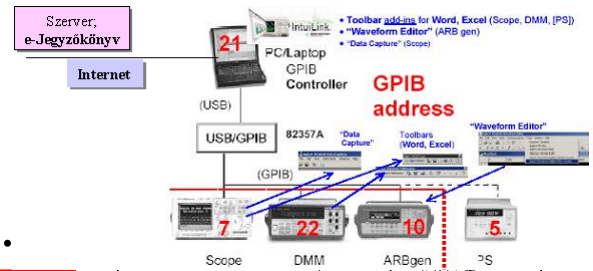


Lásd még: **Hírdetőtábla**
! aláírás !

Hálózati **főkapcsoló** (csak mérésvezető), **tanári gép** ... csak ezután

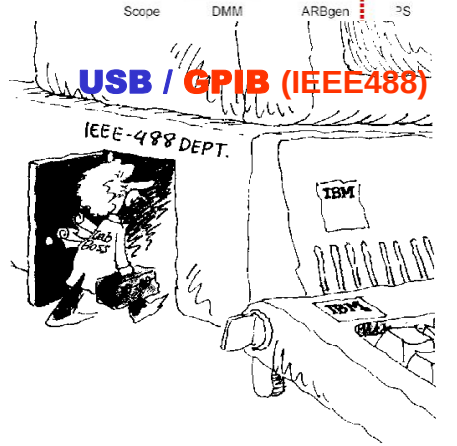
Mérőhely **táp-elosztó** bekapcsolás,
számítógép **be(!)** …**és várakozás(!),**
műszer(ek) **be/ki** kapcsolás

Mérőhely bekapcsolás



1. **Mérőhely táp-elosztó** – *BE*kapcs.
2. **Számítógép** – *BE*

   ... és **„magára hagyjuk” (!)**, amíg az *aut.* konfigurálás lefut **(„fekete ablak”)** (→ alaphelyzet!)



3. **Műszer(ek)** – *BE* / **ki**

   MOST: a műszereket **a bemutatás sorrendjében** kapcsoljuk be („ütemezett” műszerkezelés)

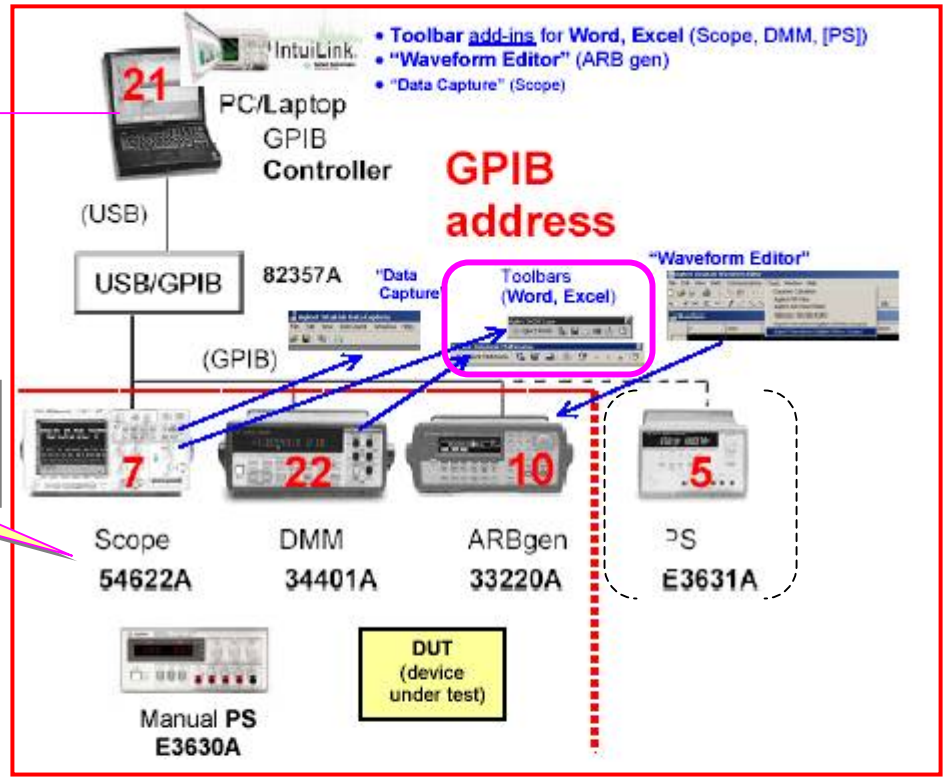
Ellenőrzés: a mérőhely *rendben* ...

LAB basic HW Tools …

alapMűszerek kezelése

Szerver;
e-Jegyzőkönyv

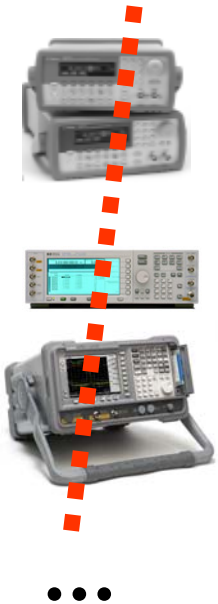
Internet



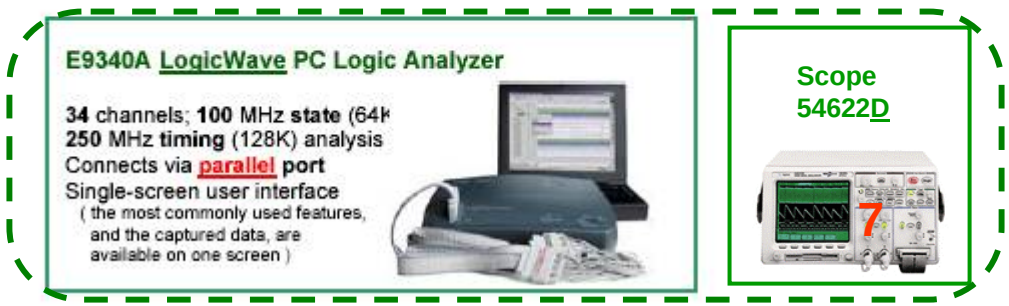
manuális kezelés

…

METEX
ME-22T DMM



…



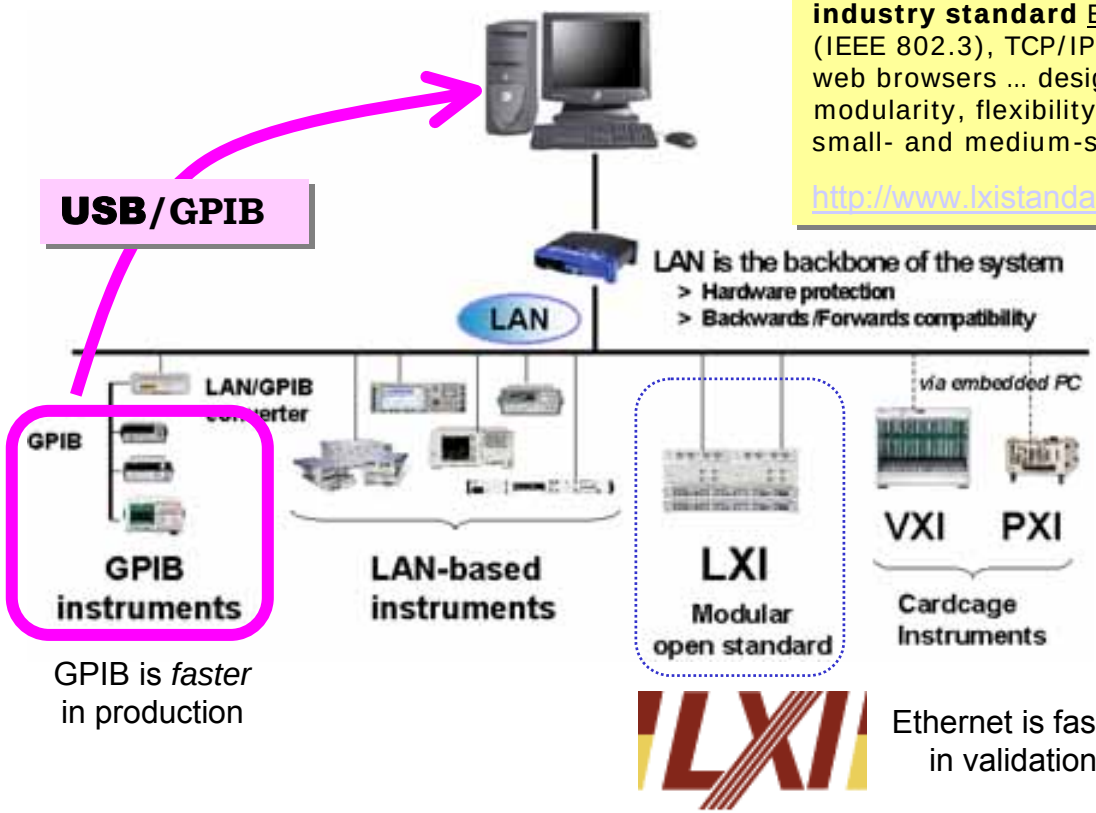
GPIB = **G**eneral **P**urpose **Interface** (**I**nstrument) **B**us

NEW (2004): **LXI** = **L**AN e**X**tensions for **I**nstrumentation

LXI is an instrumentation platform based on **industry standard** Ethernet technology (IEEE 802.3), TCP/IP protocols, LAN cables, web browsers … designed to provide modularity, flexibility and performance to small- and medium-sized systems.

http://www.lxistandard.org/home

Info LAB



GPIB is *faster* in production

Ethernet is faster in validation

The *optimal* bus is use-case-specific

Működő *mérőhely – ezt várjuk el, ilyet is hagyjunk ott!*

- *kombinált (!)* **Vill.** és **Info** mérőhely(ek)
  - **alapműszerek** (*tápegység, jelgenerátor; oszcilloszkóp, multiméter*)
    - mérendő objektumok és kiegészítők
    - *speciális* mérőeszközök, *egyéb* mérőműszerek (!!)
    - **mérőkábelek, lezárók**, IC-k **...**
  - **Win2K** op. rendszer, MSOffice: **WORD**, *Excel*
    - *speciális* SW-ek, *Matlab*, **...**
    - **Internet**
- *e*-Jegyzőkönyv: **WORD** (← IntuiLink *Toolbar*)
  - **jegyzőkönyvet NEM nyomtatunk**

    → **e-mail, floppy** … **pendrive(USB)**

  - **más jegyzőkönyvét NEM használhatjuk**

a Labor nem zártosztály

Mottó: „Bolondbiztos rendszert csak a bolondok használnak”
Folyománya:

- **a HW elrontható → a műszer NEM klaviatúra (!!)**
  → a számítógép NEM játék-konzol (!!)
- *nem igaz*, hogy „bármit működésbe lehet hozni, ha elég sokáig babrálod”
- *tévesztme* az, hogy „ha valami bedugható, akkor azt dugd is be”

Ez súlyos fegyelmi vétség ...

Műszer kezelés: SZAKSZERŰSÉG és BIZTONSÁG

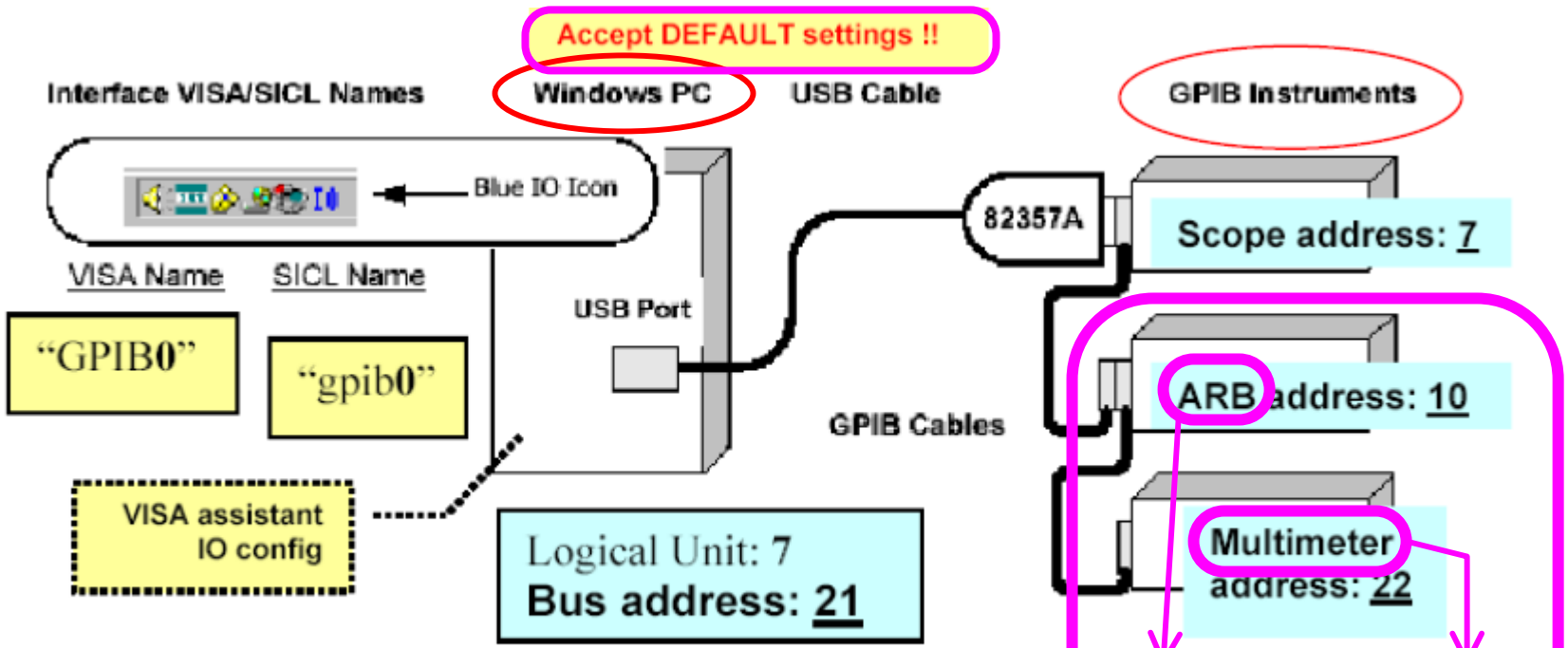
- csak a **saját** eszközök használhatók (más mérőhelye *tabu*)
- *kétszer* is gondoljuk át a **vezetékezést**
- a méréshez szükséges műszer-**üzemmód**okat állítsuk be (!),
  a műszer-**alap**beállítást (**I/O kapcsolat**, nyelv, **...** stb) NE módosítsuk,
  CALibrálást NE kezdeményezzünk **...** (óvatosan a *menü* választékkal !)

Számítógép használat: MŰSZER-KAPCSOLAT és e-Jegyzőkönyv

- **manuálisan** kell beállítani a műszereket**:** az *IntuiLink* SW „adat **copy(move)**”
  és nem soft-panel (csak *néhány* funkció távvezérelhető **...**)
- a **számítógép**et NE mozgassuk, benne NE turkáljunk (TILOS az **átkonfig**.,
  új program betöltése, program törlés, zene-file letöltés **...** stb.)

I/O interface: **USB/GPIB**

Plug-and-Play (*PnP*); Transparent interface



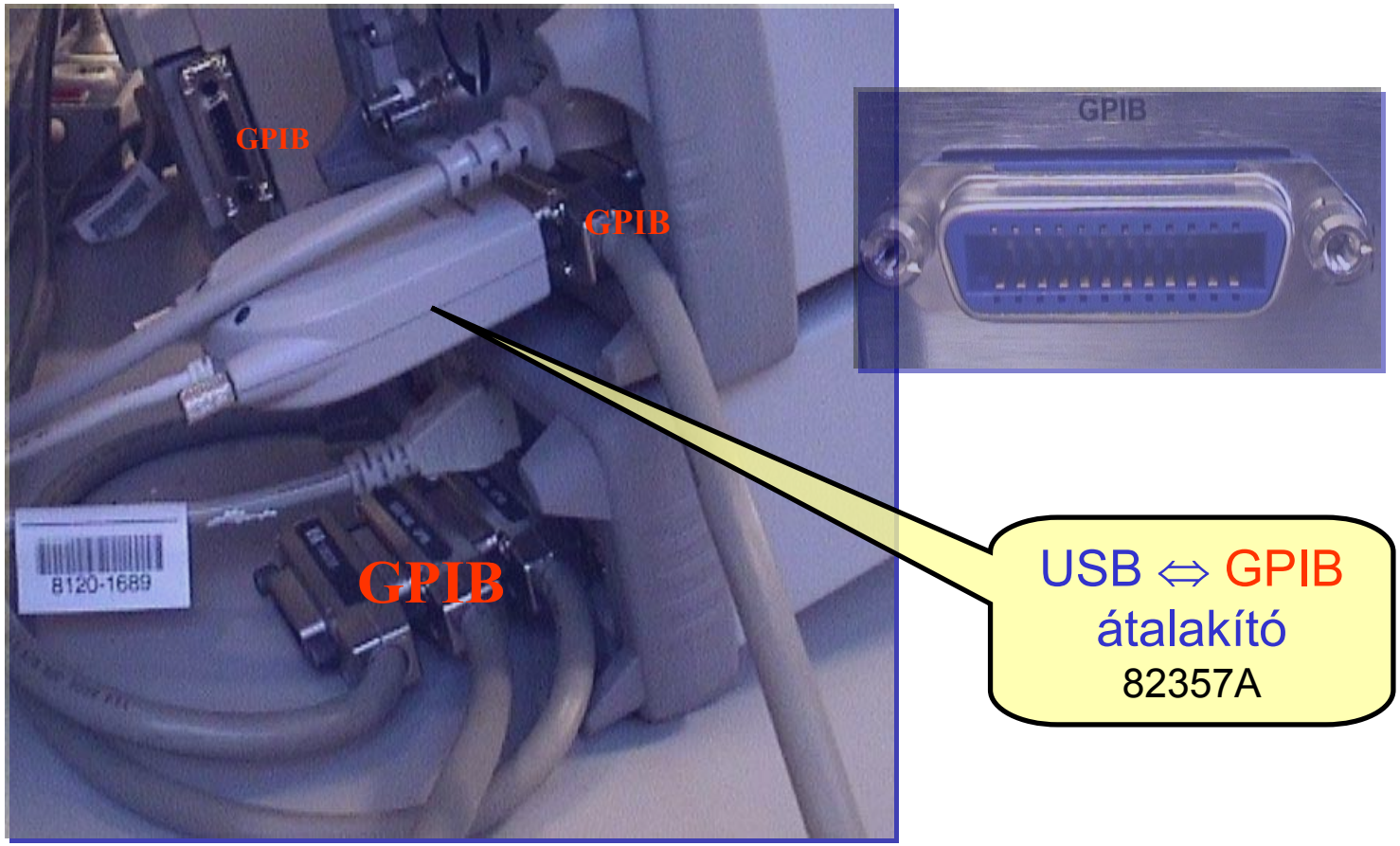
Note: **VISA** = Virtual Instrumentation Software Architecture
SICL = Standard Instrument Control Library

USB = Universal Serial Bus

GPIB = General Purpose Interface (Instrument) Bus

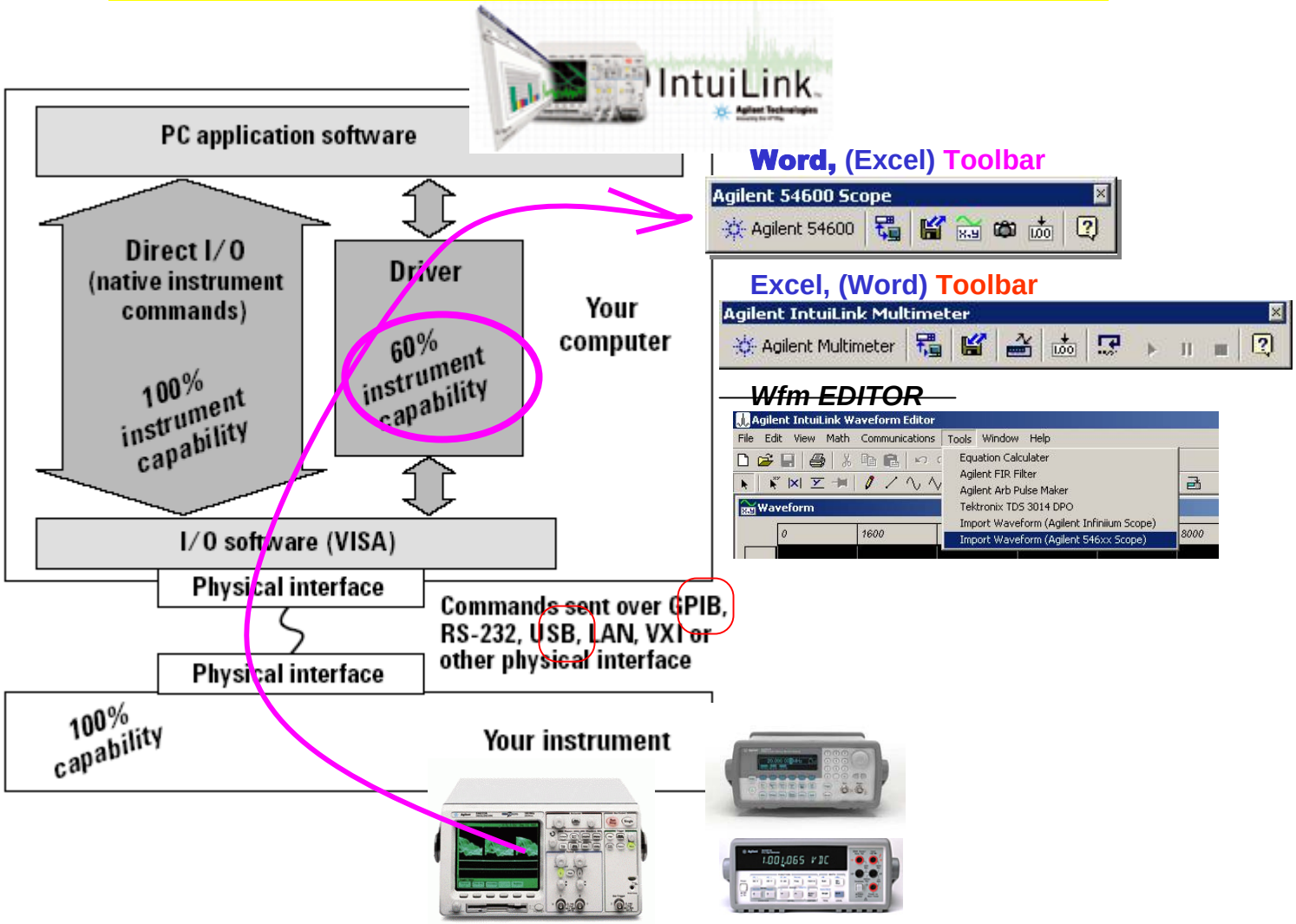
HP-IB = IEEE488 = IEC625

USB/GPIB



IntuiLink connectivity SW

Word, *Excel* **Toolbars**; *~~stand-alone~~* **~~SW tools~~**

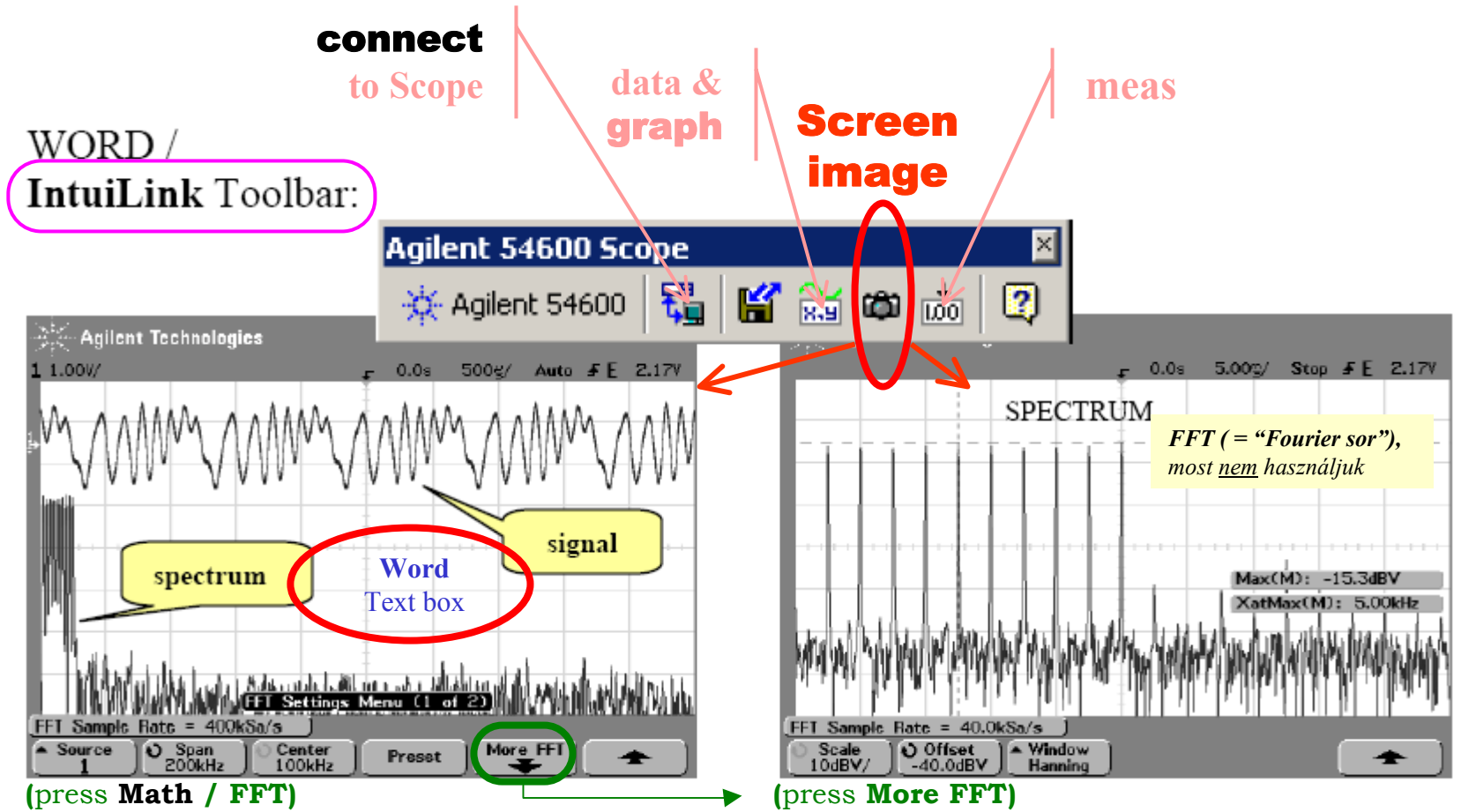


e – Jegyzőkönyv / WORD /

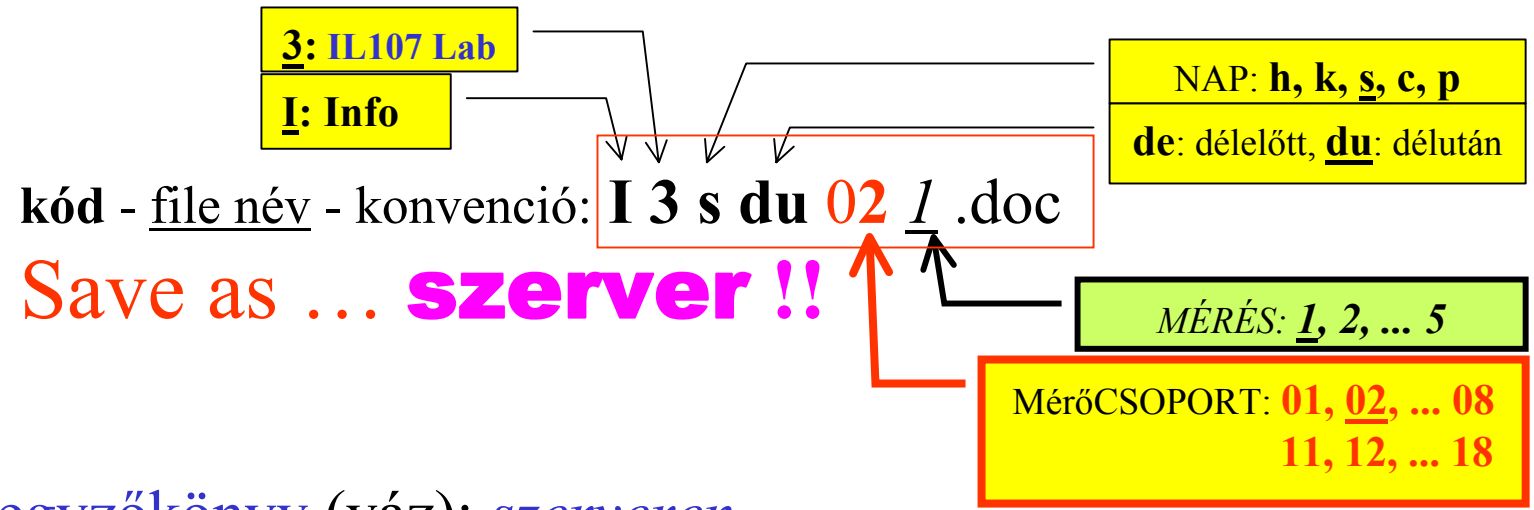
(váz ← **szerver**)

A jegyzőkönyv ékezetes betűkkel készül!

Jegyzőkönyv írás előtt ellenőrizzük a hálózatot!



e-Jegyzőkönyv: **kód .** doc **Word** file



e-Jegyzőkönyv (váz): *szerveren*

a jegyzőkönyv **ékezetes** betűkkel készül!

Méréstechnika ...

Analóg jel (time domain):

+ 6 V, ± 20 V

- Tápegység (**PS**) [1]
- Jelgenerátor (**ARBgen**) [2]

$$v(t) = V_{DC} + V_{AC}(t) = V_{offset} + A \cdot u(t)$$

- Oszcilloszkóp (**Scope**) [3]
- Multiméter (**DMM**) [4]

forma: **Sine, Square, Ramp, Pulse, Noise, ARB, (DC)**

$u(t+T) = u(t)$, min $u(t)$ = **-1**, max $u(t)$ = **+1**

T =1/**F**

A = $\mathbf{V_{pp}}/2$ = CF·$\mathbf{V_{rms}}$, CF : crest factor

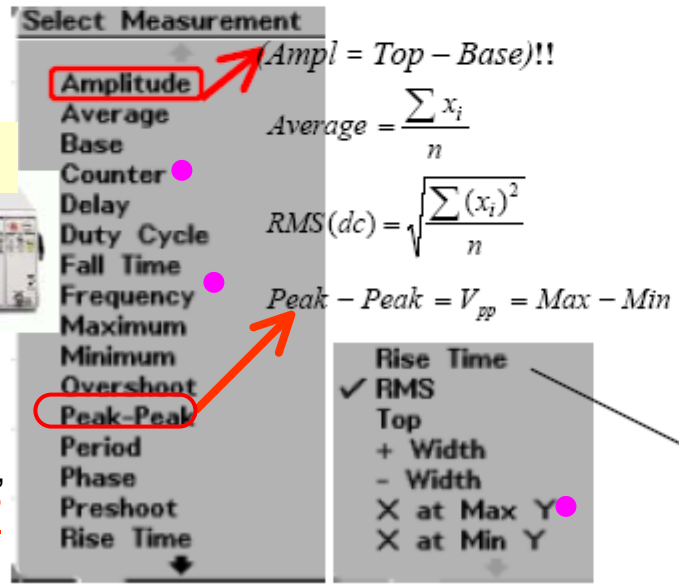
20 MHz sine, square
5 MHz **pulse** ...

V_{OUT}

Paraméter mérés: Oszcilloszkóp *kontra* Multiméter

DC vagy ***AC*** csatolás

Scope: Ch1, Ch2, Math (source)



$(Ampl = Top - Base)$!!

$$Average = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$RMS(dc) = \sqrt{\frac{\sum (x_i)^2}{n}}$$

$$Peak - Peak = V_{pp} = Max - Min$$

V_{INPUT}

100 MHz;
8 bit / 200 MSPS

Math: 1-2(**diff**),
... 2K FFT

direkt *kontra* differenciális (Math: **1- 2**) mérés

"DMM: The Swiss Army knife of test"

DMM: „dual slope"
(analóg integrálás)

21 bit
(6 1/2 digit)

- V_{DC}
- V_{AC} - *AC* coupled **true** V_{rms}
- **F**
- T } reciprocal Counter

...

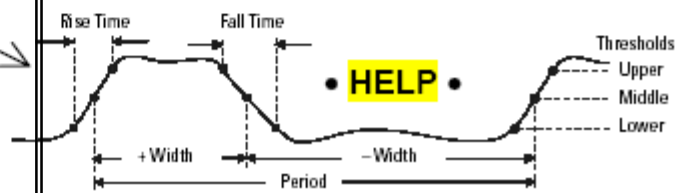
0.1V – 1K**V**
(dc, ac: 300KHz)

áram (I_{DC}, I_{AC} - *AC* coupled **true** RMS)

Math: Null, **dB**

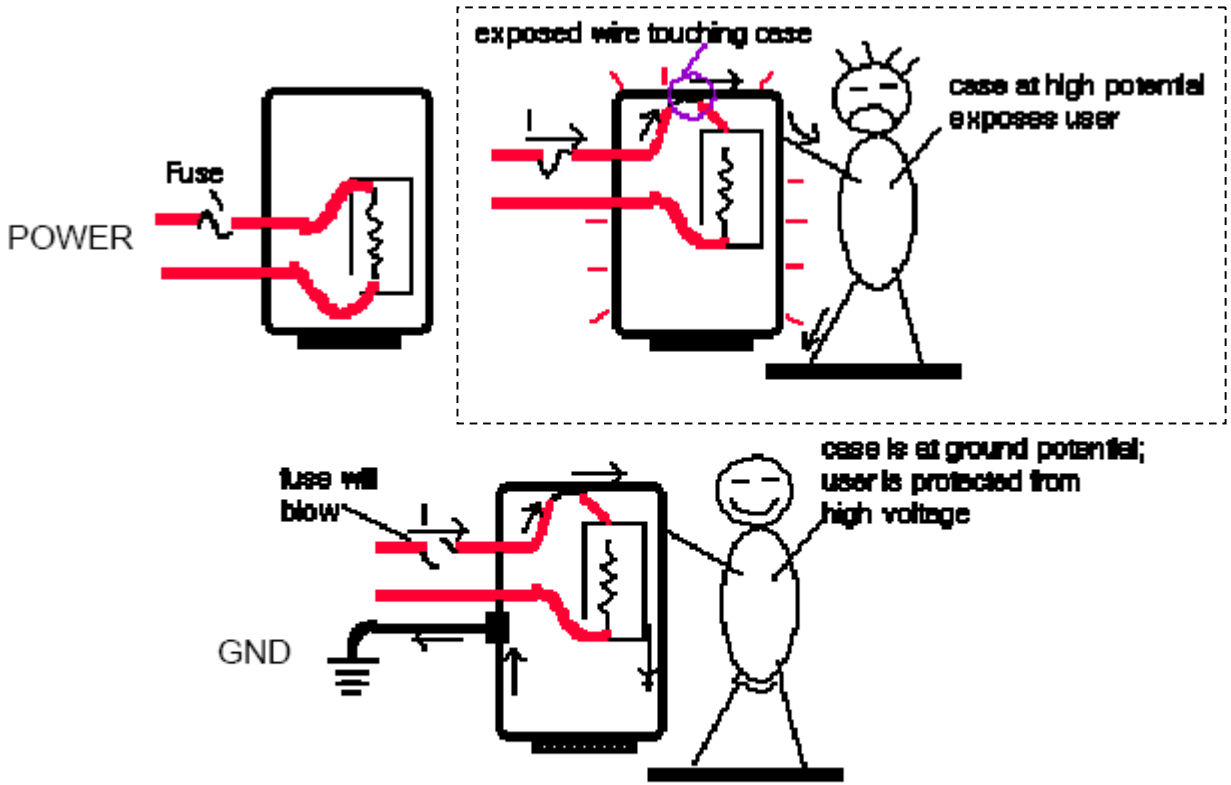
ellenállás (Ω 2W, 4W)

...



Hi / Lo (= COM), GND

Minden mérőkészülék háza (biztonsági okból) az érintésvédelmi földre van kötve:

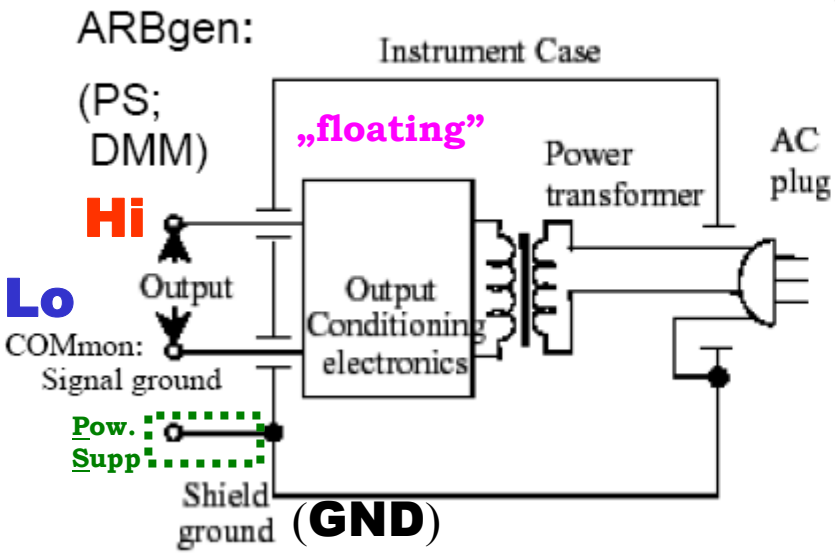


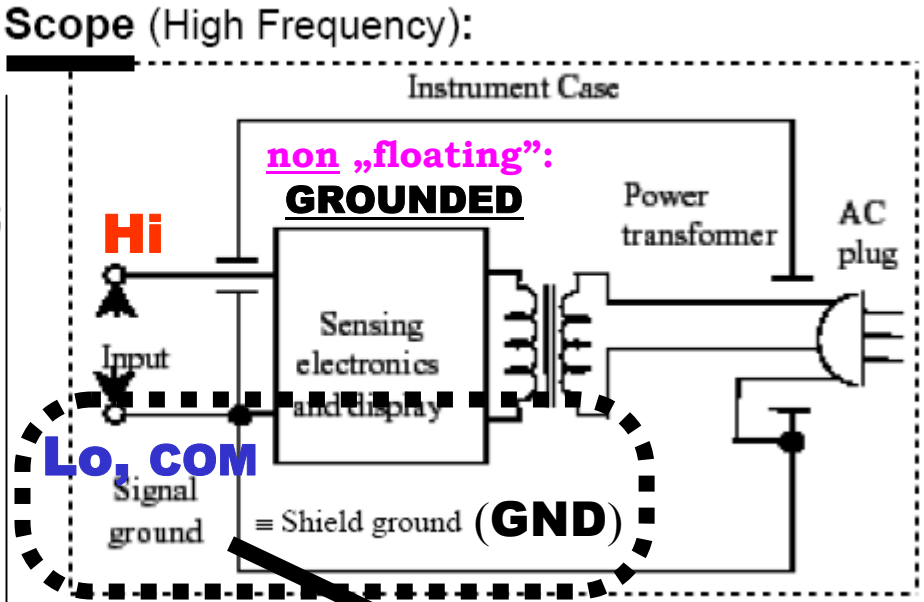
Ha a jelföld nincs hozzákötve az életvédelmi töldhöz, akkor a készülék „lebeg" (a jelföld eltérő potenciálú az „igazi" föld-höz képest). Összekötés (COM ≡ GND) esetén a készülék „*nem* lebeg".

- Csak az *oszcilloszkóp*, lévén nagyfrekvenciás eszköz, „*nem* lebeg".

Hi / Lo (= COM), GND

Mérőhálózat : „lebegő” műszer; érintésvédelmi föld (Shield ground)



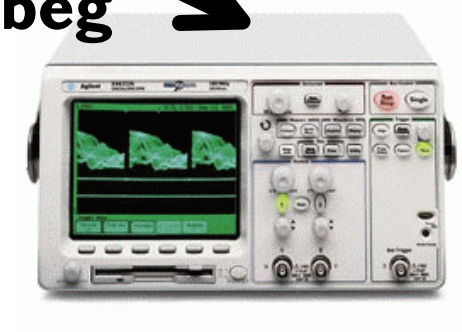


Power Supply

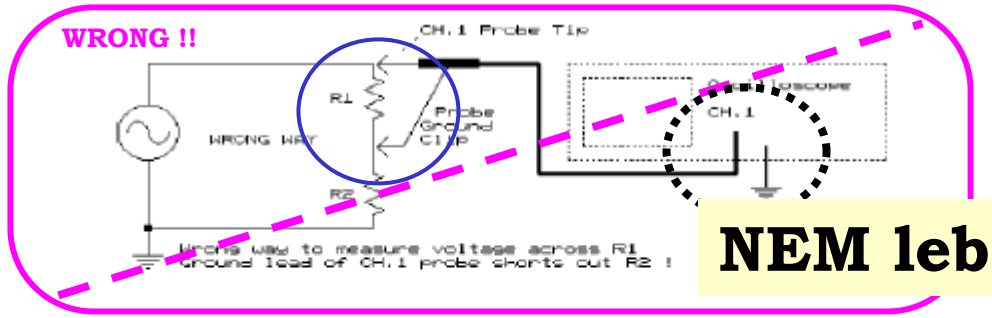
GND - NE használjuk

Lo (COM) ezt használjuk

NEM lebeg



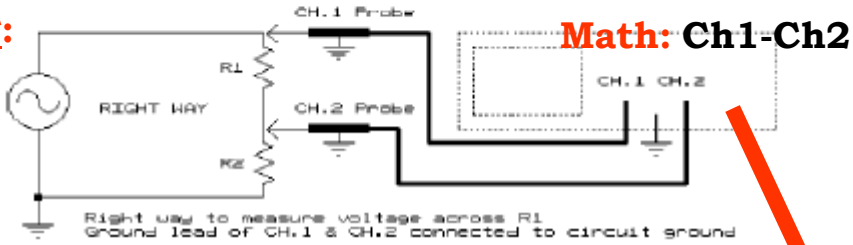
Scope : Measure voltage **across R1** (R1 = **3K**, R2 = **2K**) → **Math: 1-2**



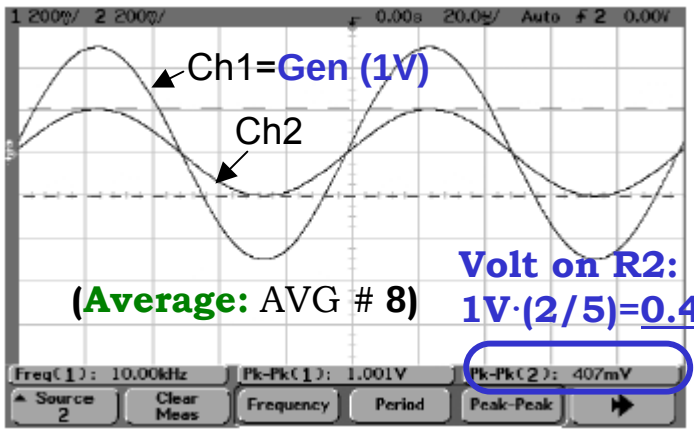
NEM lebeg!!

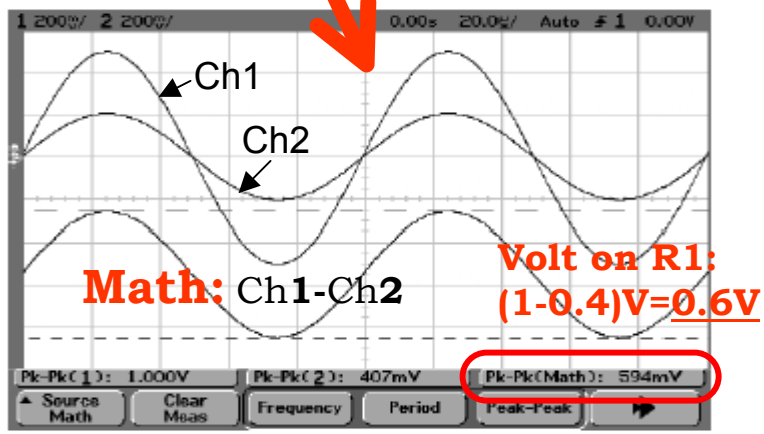
RIGHT:

Gen
$1V_{pp}$



Math: Ch1-Ch2





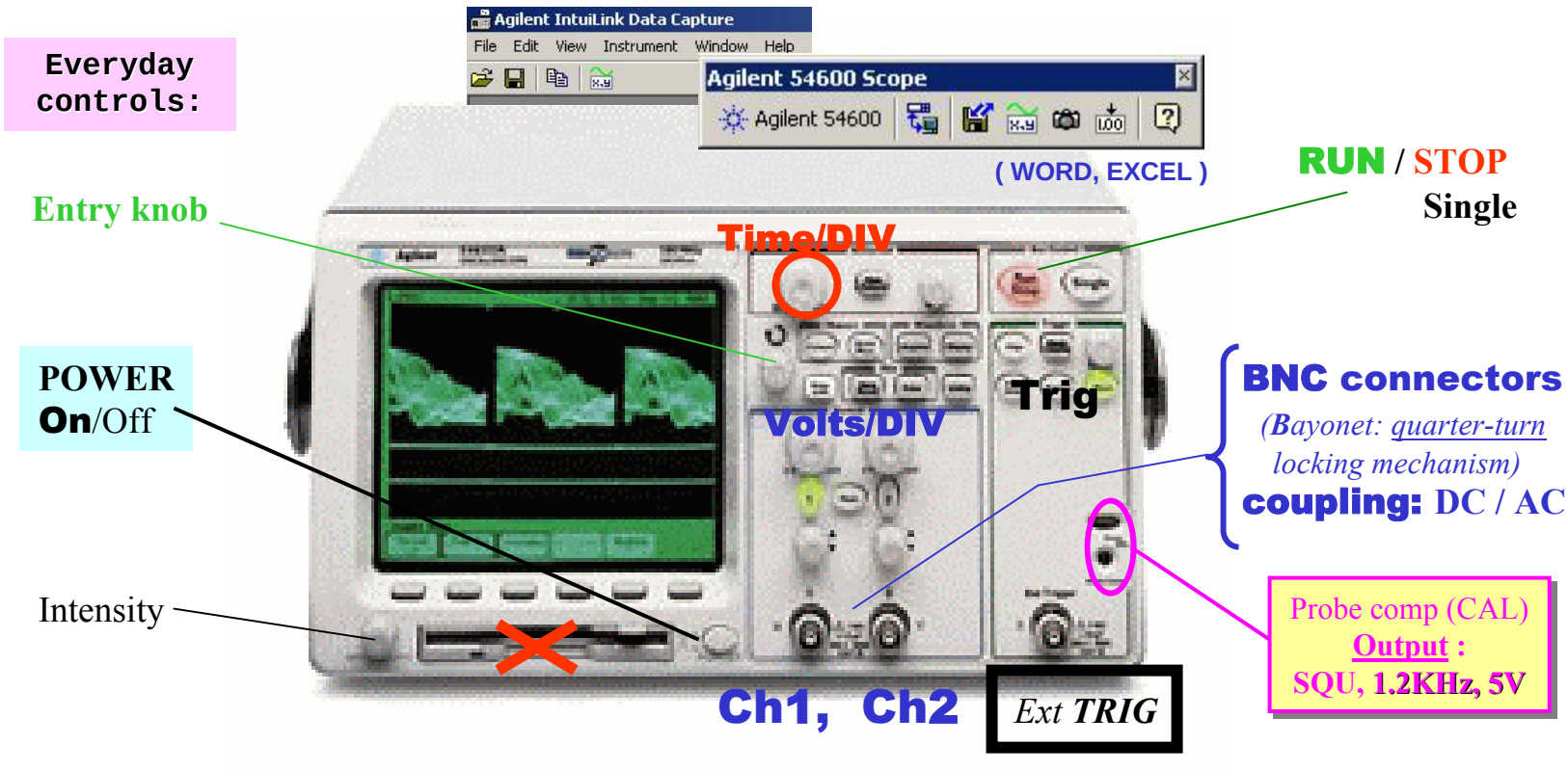
Agilent 54622A Portable **Oscilloscope (DSO)**

2 Ch, 100 MHz; max 200 Msa/s, max 2 MB/ch (Mega*Zoom*)

Hi-Def display, flexible **Trig;** autoMeas, **2K FFT**

~~floppy disk~~; **GPIB, IntuiLink: Toolbars;** ~~Data Capture~~

*MOST **nem** használjuk*



54622D **MSO:** Mixed Signal O'scope

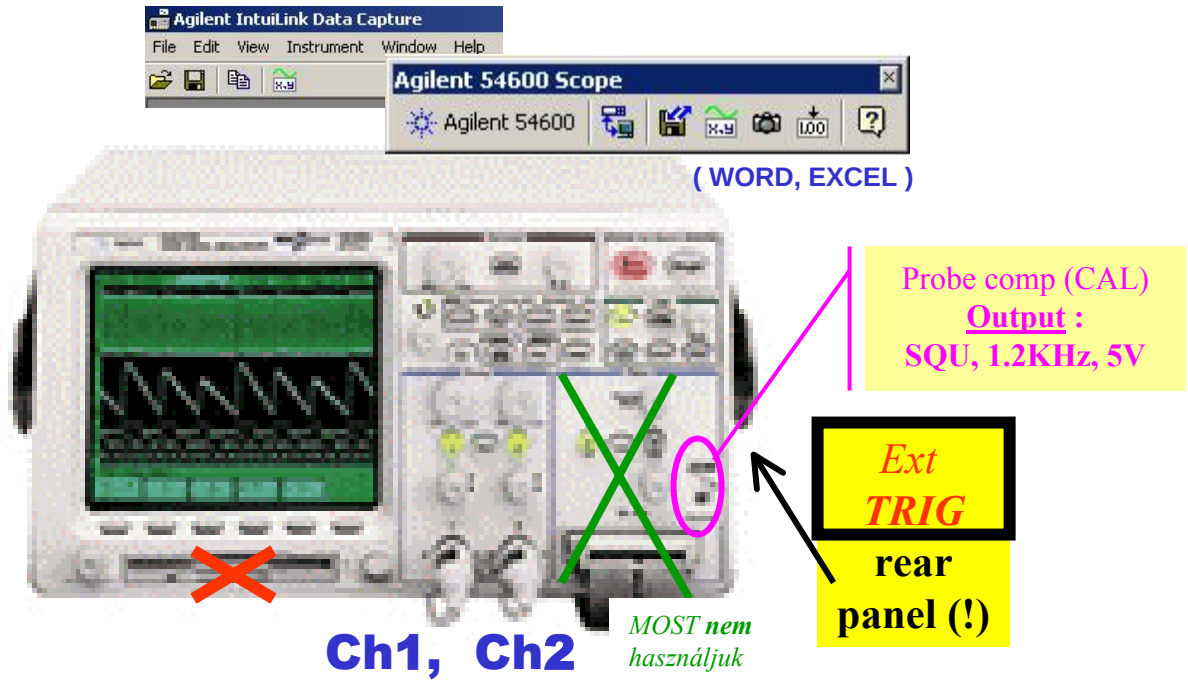
2 Ch, 100 MHz; max 200 Msa/s, max 2 MB/ch (Mega*Zoom*)

Hi-Def display, flexible **Trig;** auto**Meas,** ~~2K FFT~~

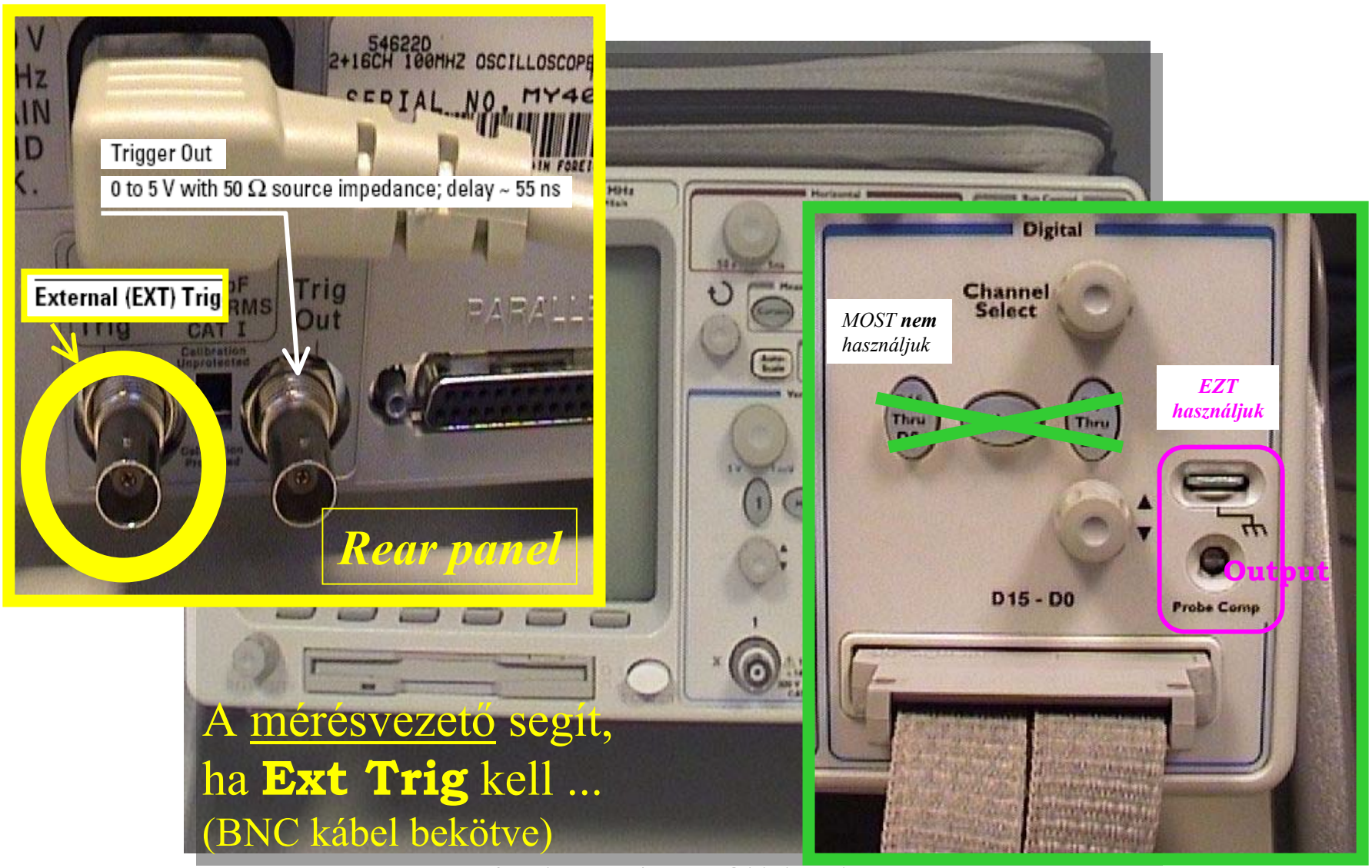
~~floppy disk~~; **GPIB, IntuiLink: Toolbars;** ~~Data Capture~~

54622A DSO + ~~16 logic (digital timing) channels~~

*MOST **nem** használjuk*

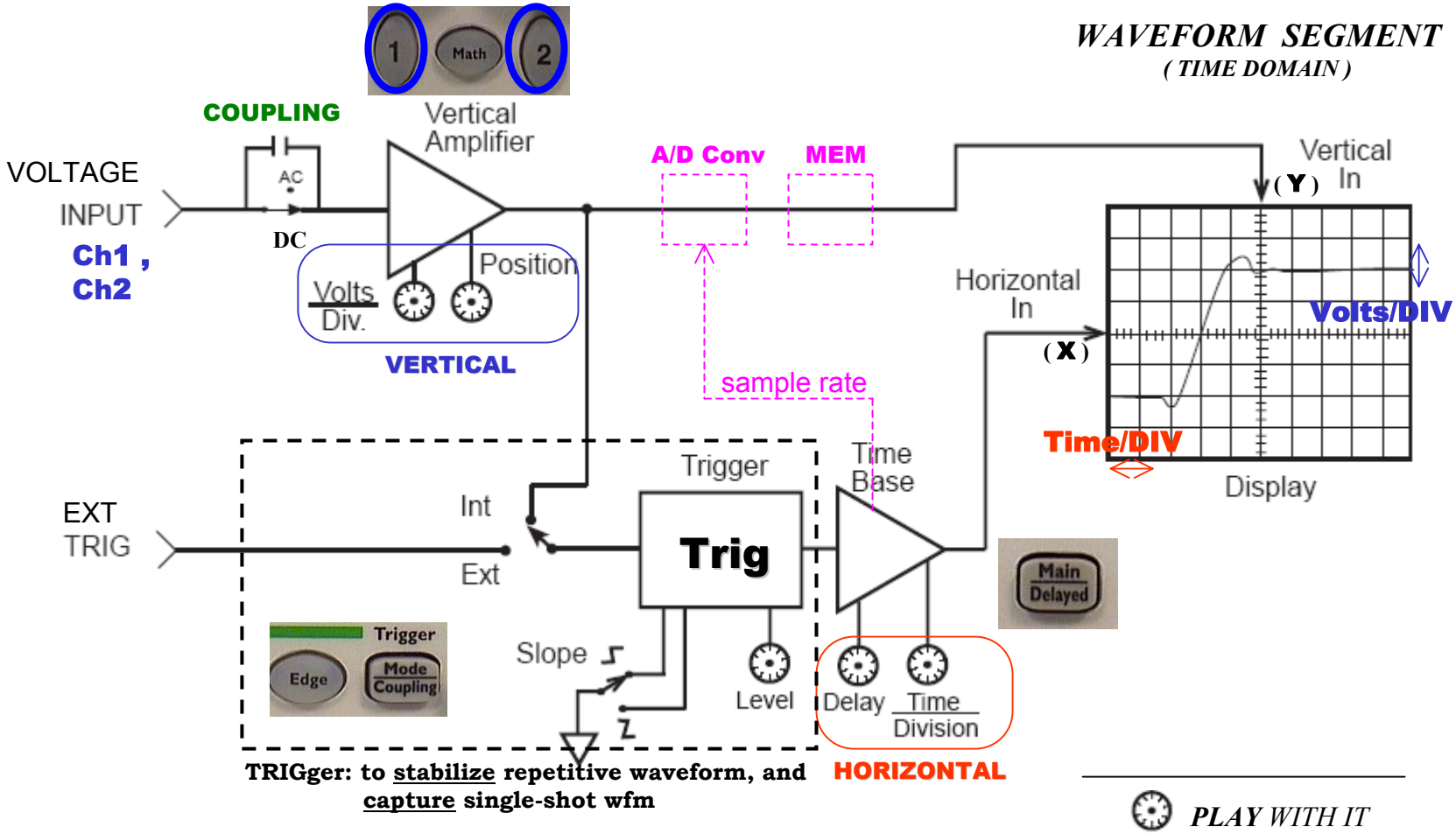


54622D Mixed Signal O'scope (MSO)

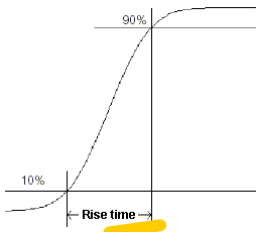


A mérésvezető segít,
ha **Ext Trig** kell ...
(BNC kábel bekötve)

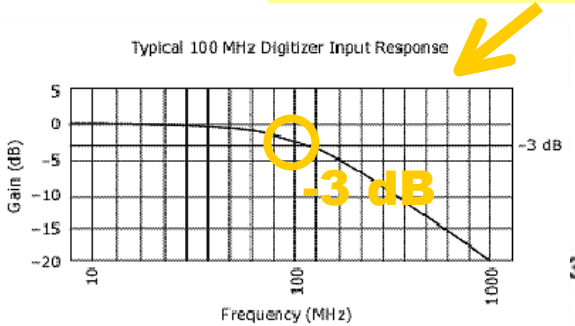
Scope (graphic voltmeter) ... a "mental model"

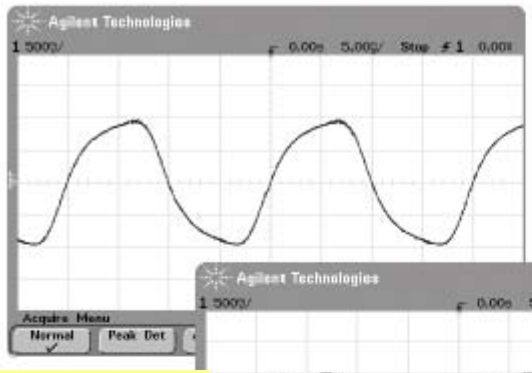


Scope Bandwidth (BW) ... the most important characteristic

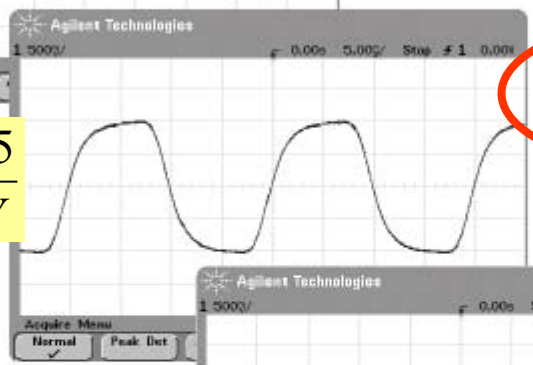


$$RiseTime \approx \frac{0.35}{BW}$$

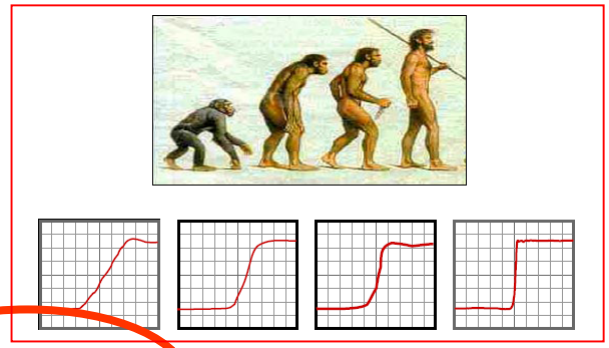




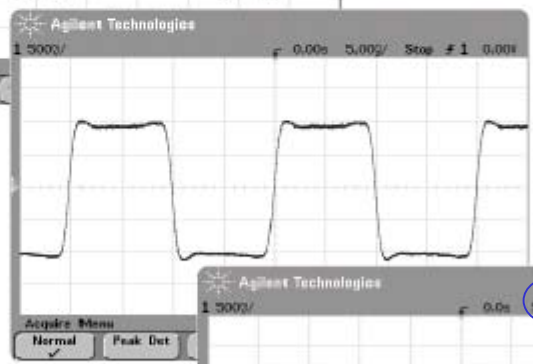
60 MHz scope



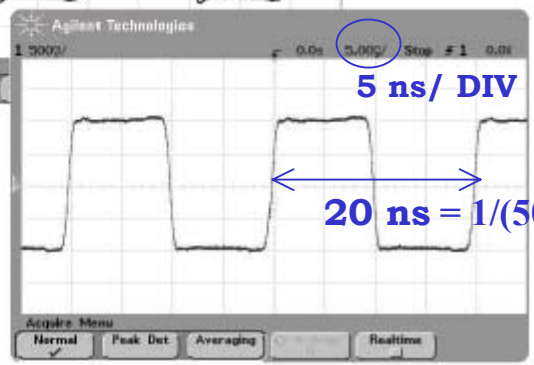
54622A/D
100 MHz scope



Saját felfutási idő ≈ 3.5 ns



350 MHz scope



5 ns/ DIV

20 ns = 1/(50MHz)

500 MHz scope

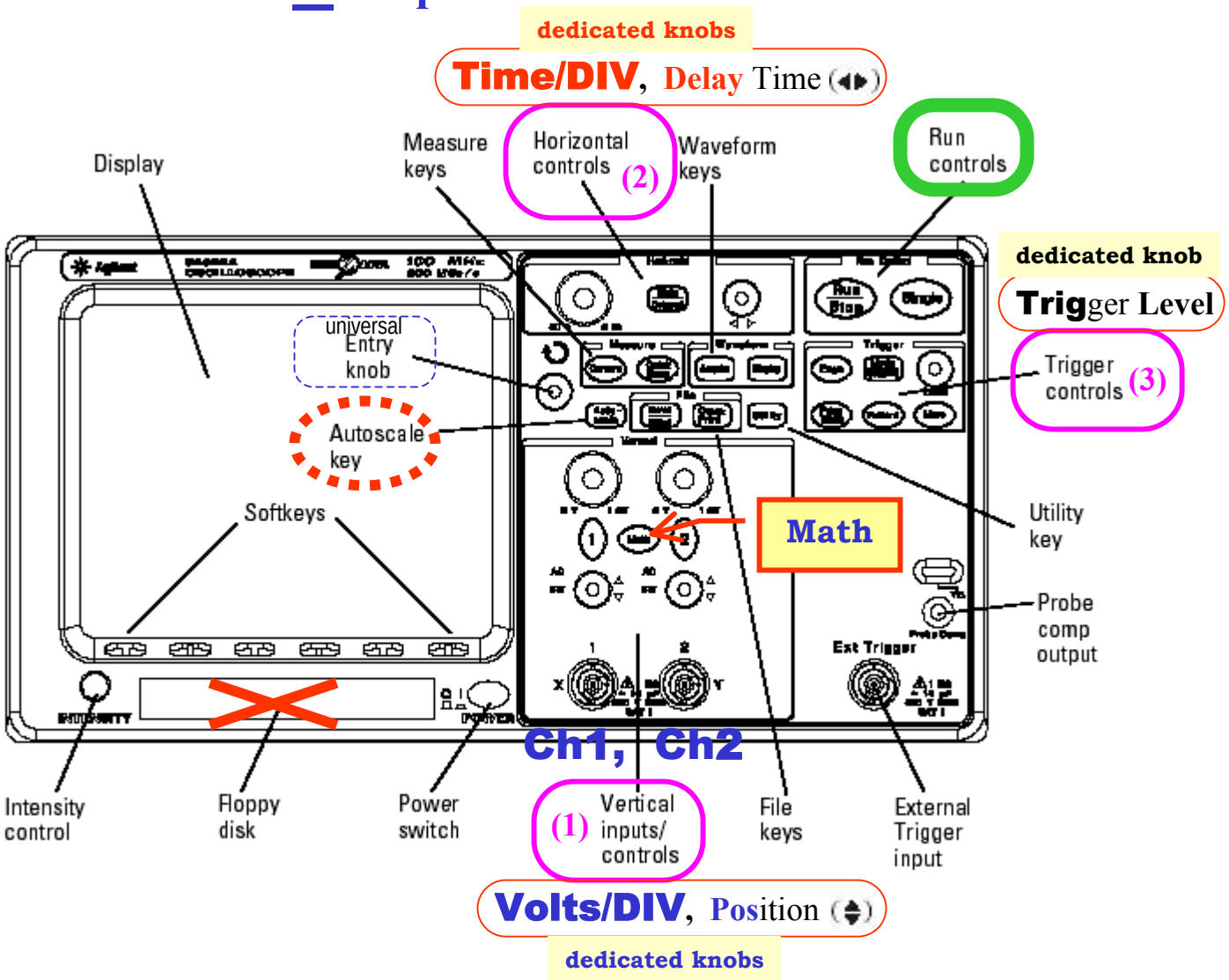
54622A Scope - Front Panel

---
(1) Vertical (1,2)
(2) Horizontal
(3) Trigger
[AutoScale]

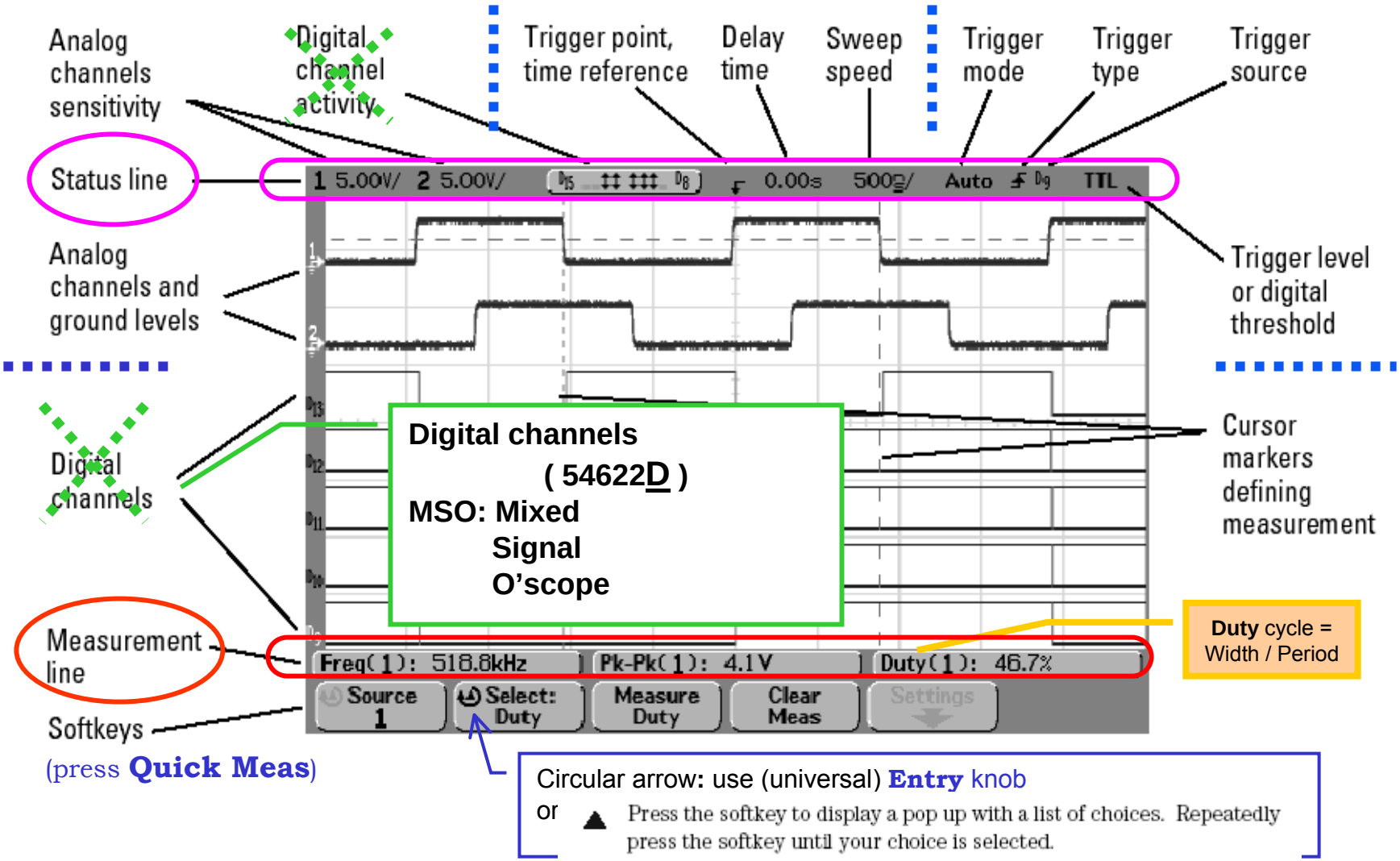
Run/Stop
[MegaZoom]

Waveform
Measure
Math

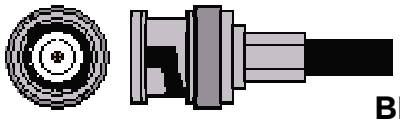
Utility
File



Scope - Display



Scope - Ch1, Ch2 input (BNC connectors)

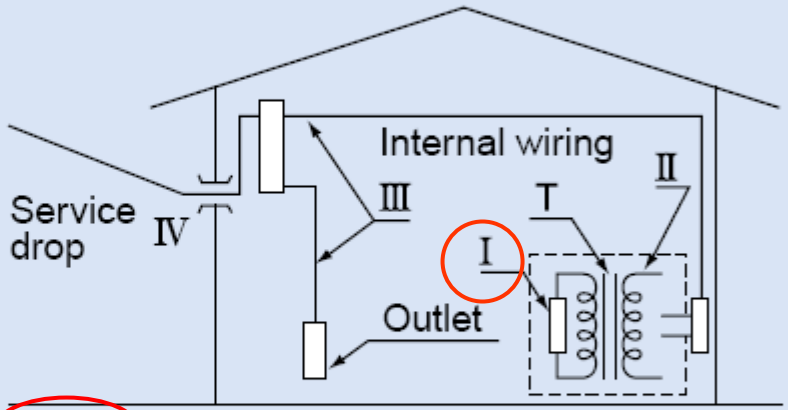


BNC: Bayonet Neill-Concelman (the inventors of the BNC connector)

GROUNDED (non „floating”)

Overvoltage categories (CAT)

In order to ensure the safety of the user, IEC 60664 defines the ranges of use of measuring instruments by classifying power levels into overvoltage categories I through IV. This is because the excessive impulse or surge levels induced in a power line vary depending on the location of measurement (category). Categories with higher numerals designate locations that include larger surge voltages. Instruments that are designed for category III can thus withstand higher surge voltages than instruments designed for category II.



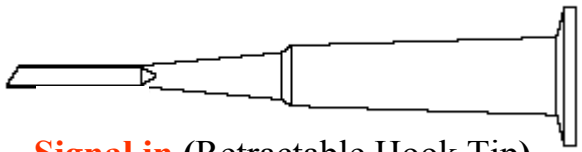
Overvoltage category I (CAT I):
Secondary circuits connected to an outlet via a power transformer.

Overvoltage category II (CAT II):
Primary circuits of a device connected to an outlet with a power cord.

Overvoltage category III (CAT III):
Primary circuits of a device to which power is directly supplied from the power distribution panel, and circuits from the distribution panel to outlets.

Overvoltage category IV (CAT IV):
All service line entrance circuits through the power distribution panel

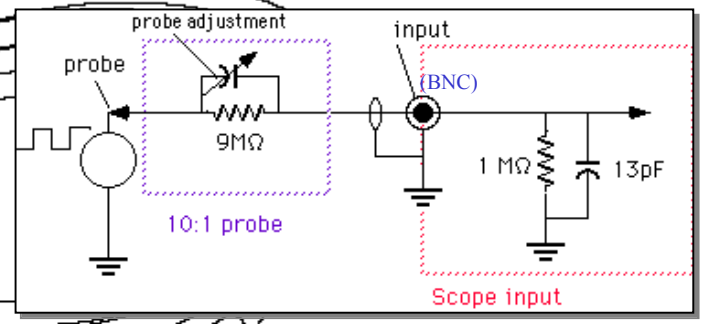
Oscilloscope Probe (**10:1**)



Signal in (Retractable Hook Tip)

Signal in

(10 MΩ)

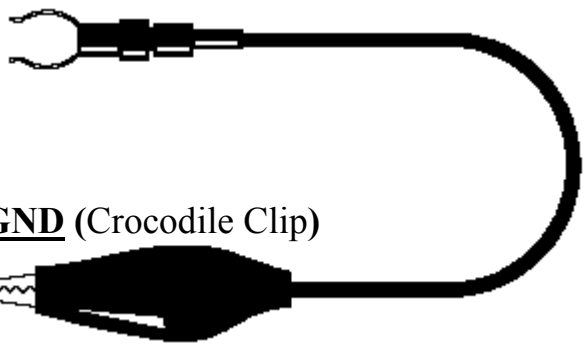


Ground (GND) button

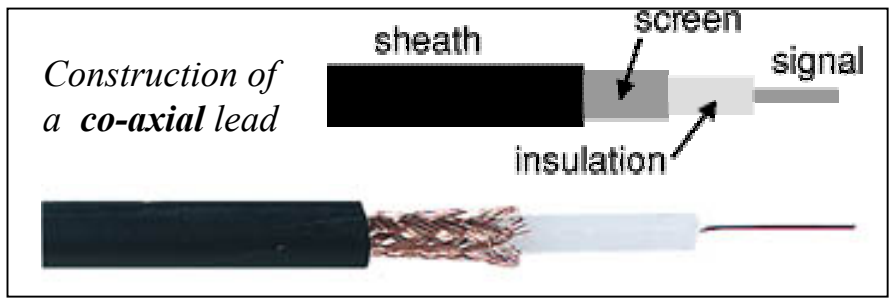
Kizárólag az oszcilloszkópra csatlakoztatható !!

BNC

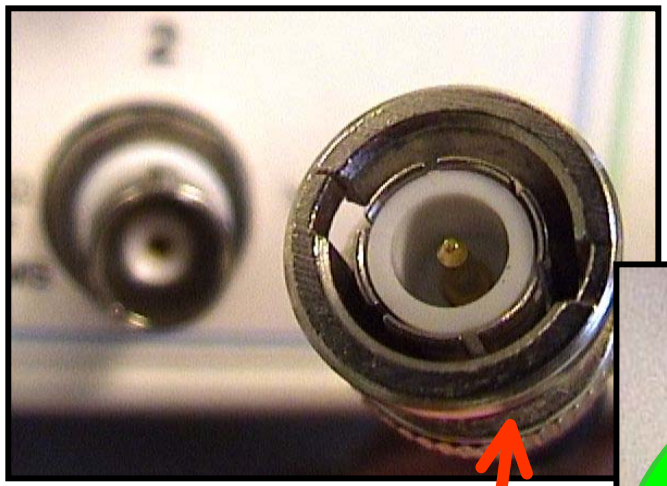
(Bayonet Neill-Concelman)



GND (Crocodile Clip)



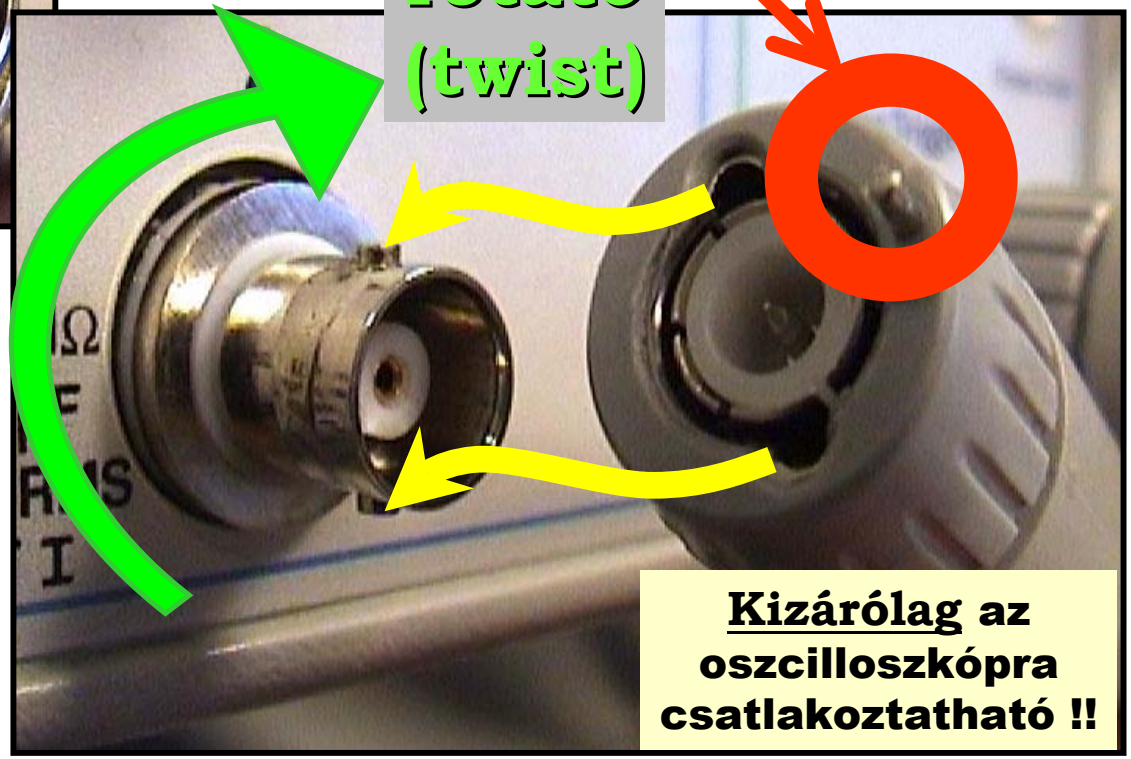
Scope: BNC



Generátorra is, oszcilloszkópra is csatlakoztatható

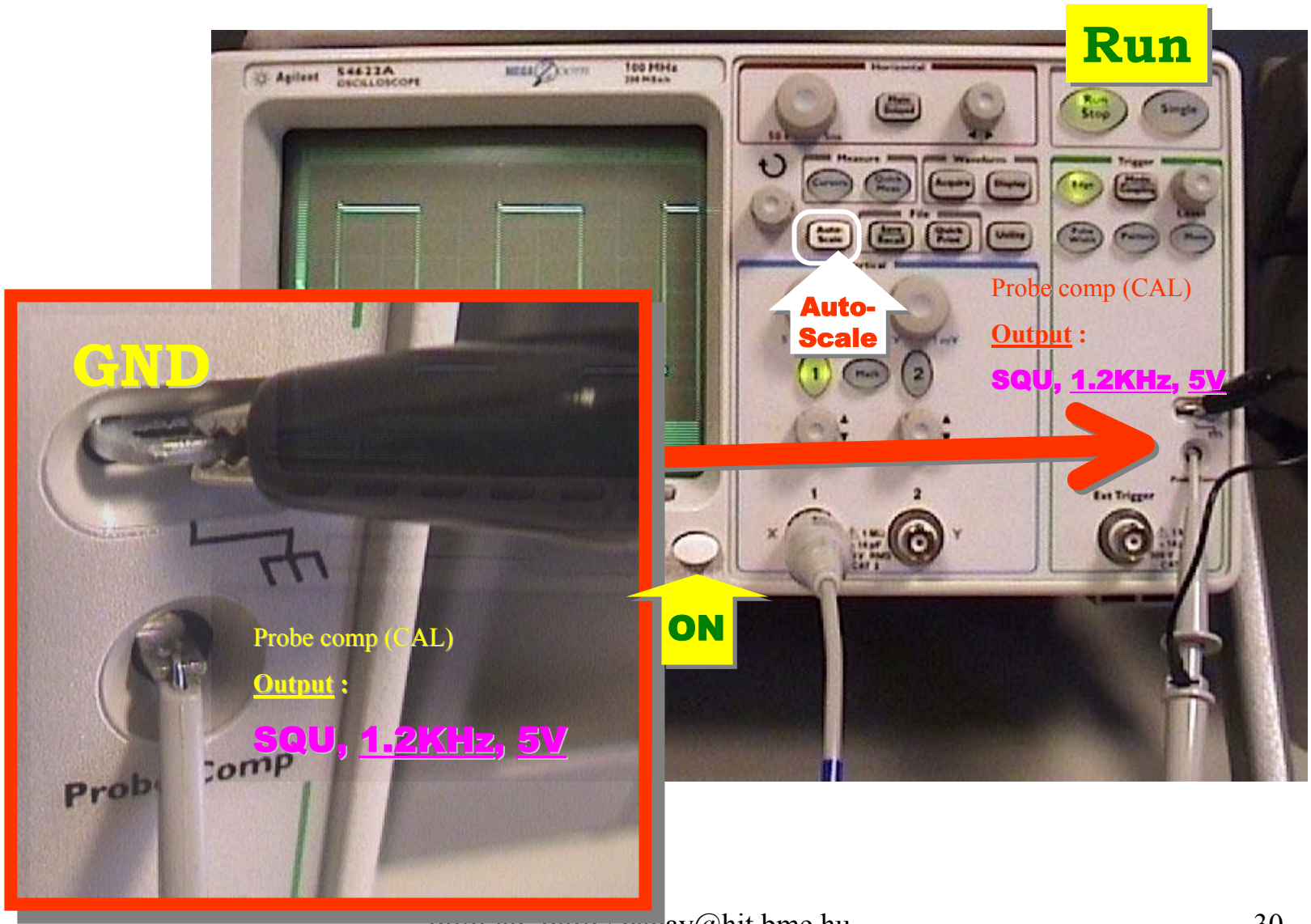
Push and rotate (twist)

AutoProbe (10 : 1)



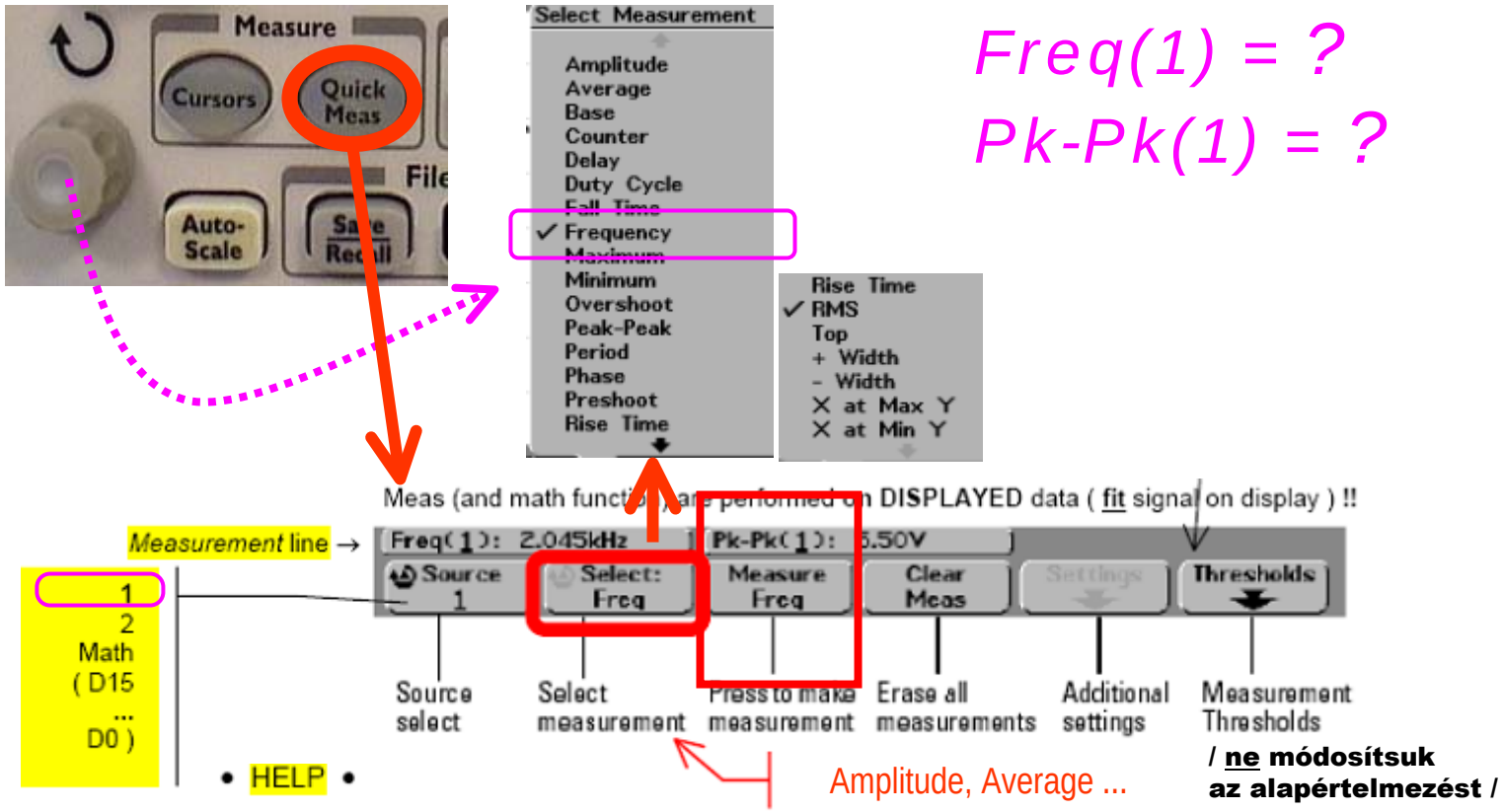
Kizárólag az oszcilloszkópra csatlakoztatható !!

Scope: Auto Probe → Probe Comp (Out) / **ON** , Auto Scale

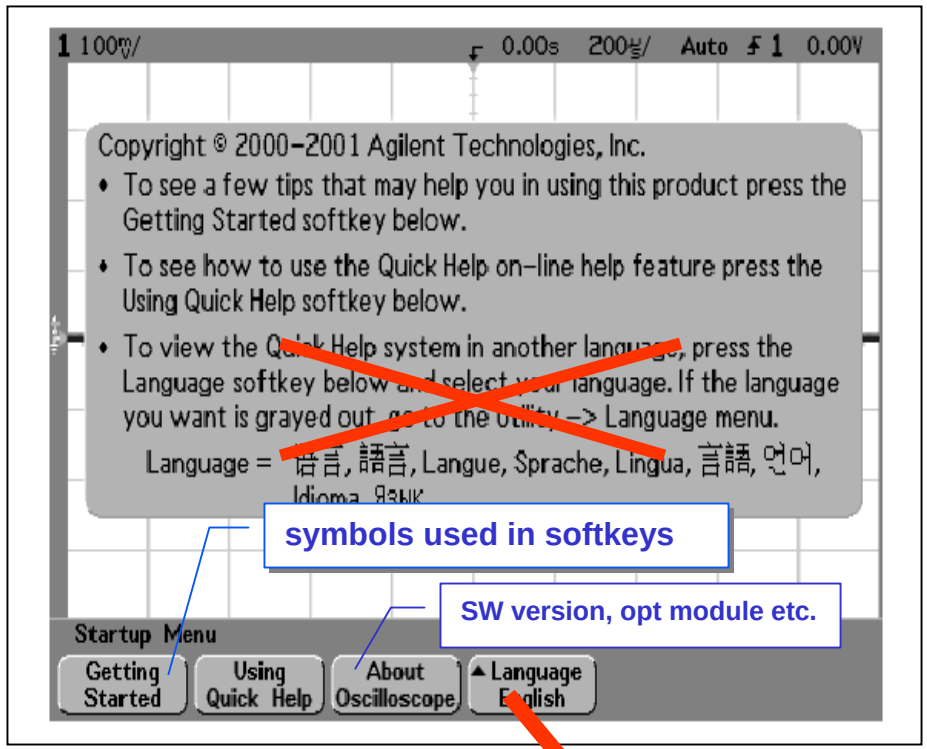


Scope - Measure

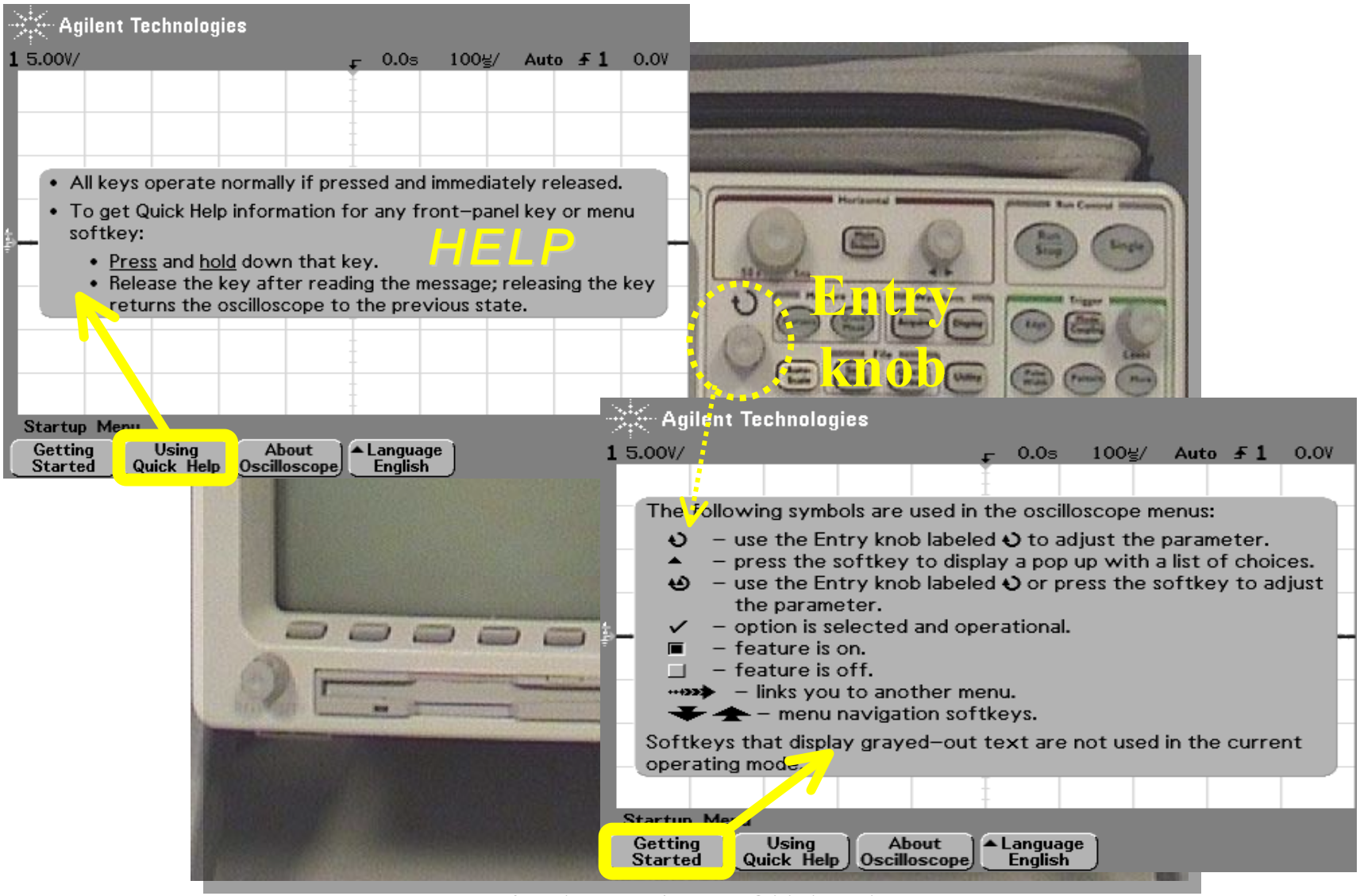
Quick Meas (“ Let the scope do it: `Select` / `Meas` ”)



Scope: Getting started ... (@ Power ON)

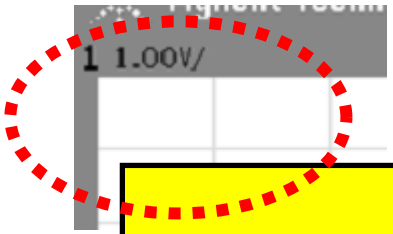


54622A/D scope (@ Power ON)

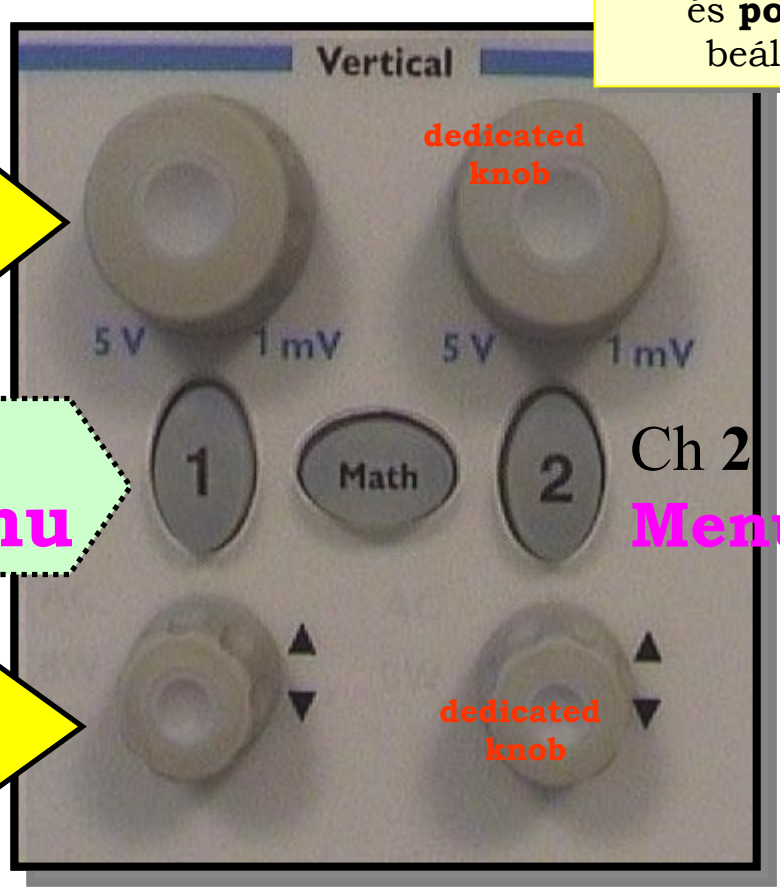


Scope - Vertical

Különálló (!)
amplitúdó (skála)
és **pozíció**
beállítás



Volts / DIV



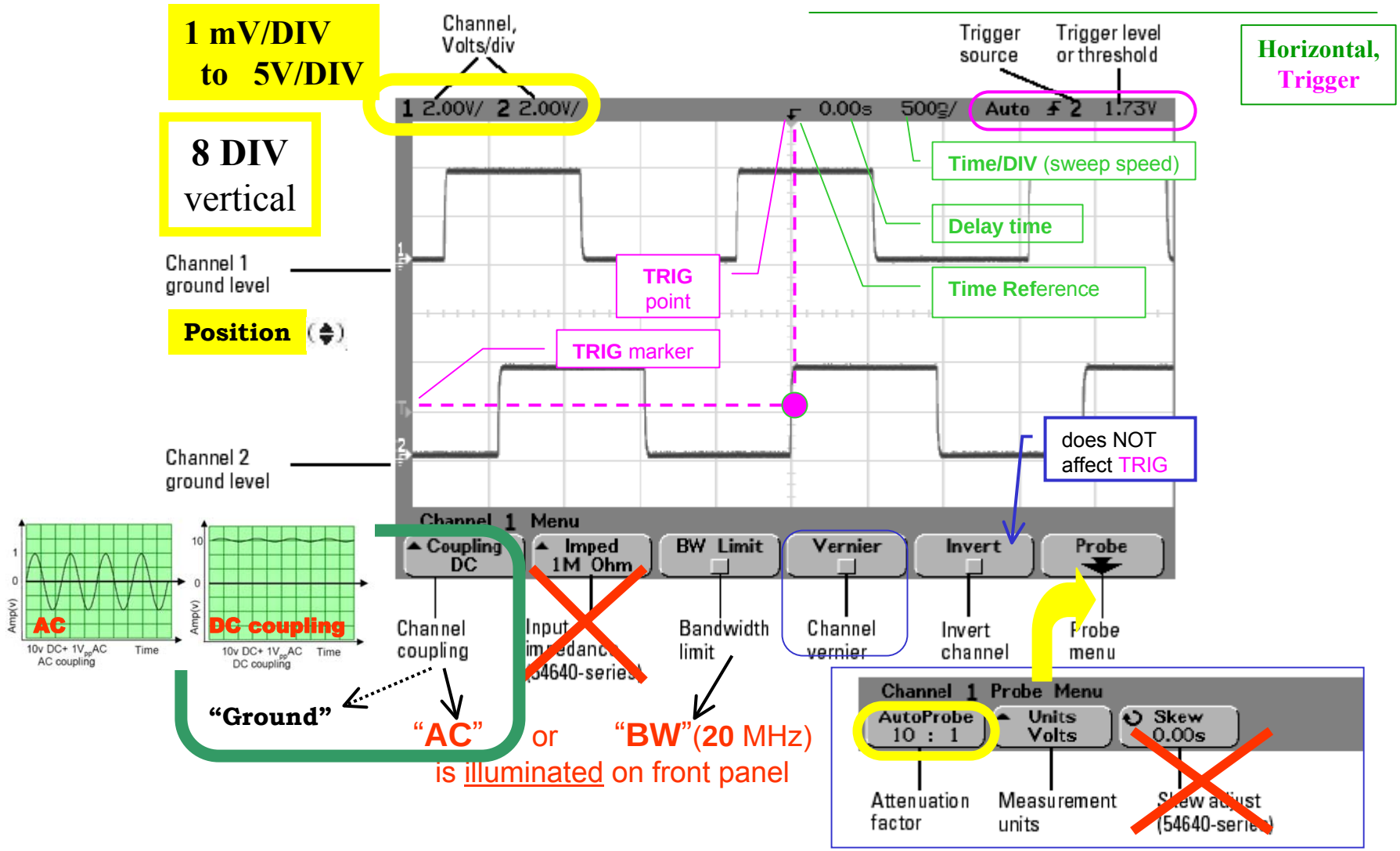
Channel 1 **Menu**

Ch 2 **Menu**

Position (offset)

"pop up"
voltage value

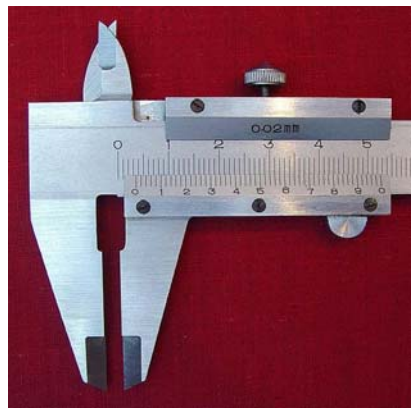
Scope - Vertical : press 1 [or 2]



Scope - Vernier scale

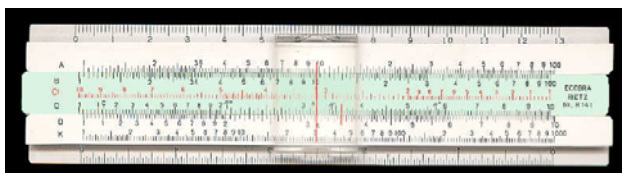
A **vernier** scale lets one read more precisely from a measurement scale. It was invented in **1631** by the *French* mathematician Pierre **Vernier** (1584-1638).

In some languages, this device is called **nonius**, which is the latin name of the *portugese* astronomer and mathematician Pedro **Nunes** (Lat. Petrus **Nonius**, 1502-1578).

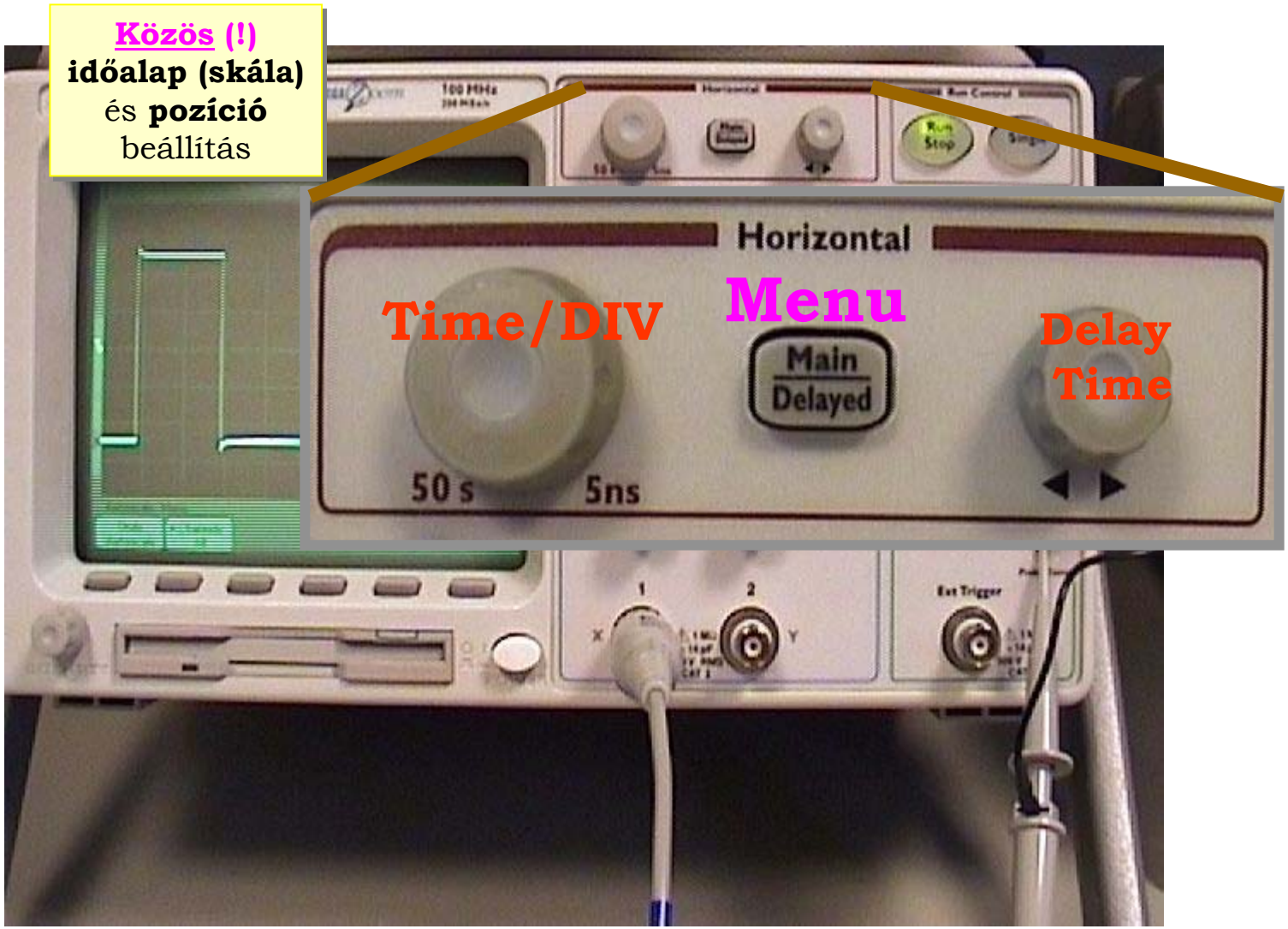


Verniers are common on sextant, machinists' measuring tools (all sorts, but especially **calipers** and micrometers) and on **slide rules.**

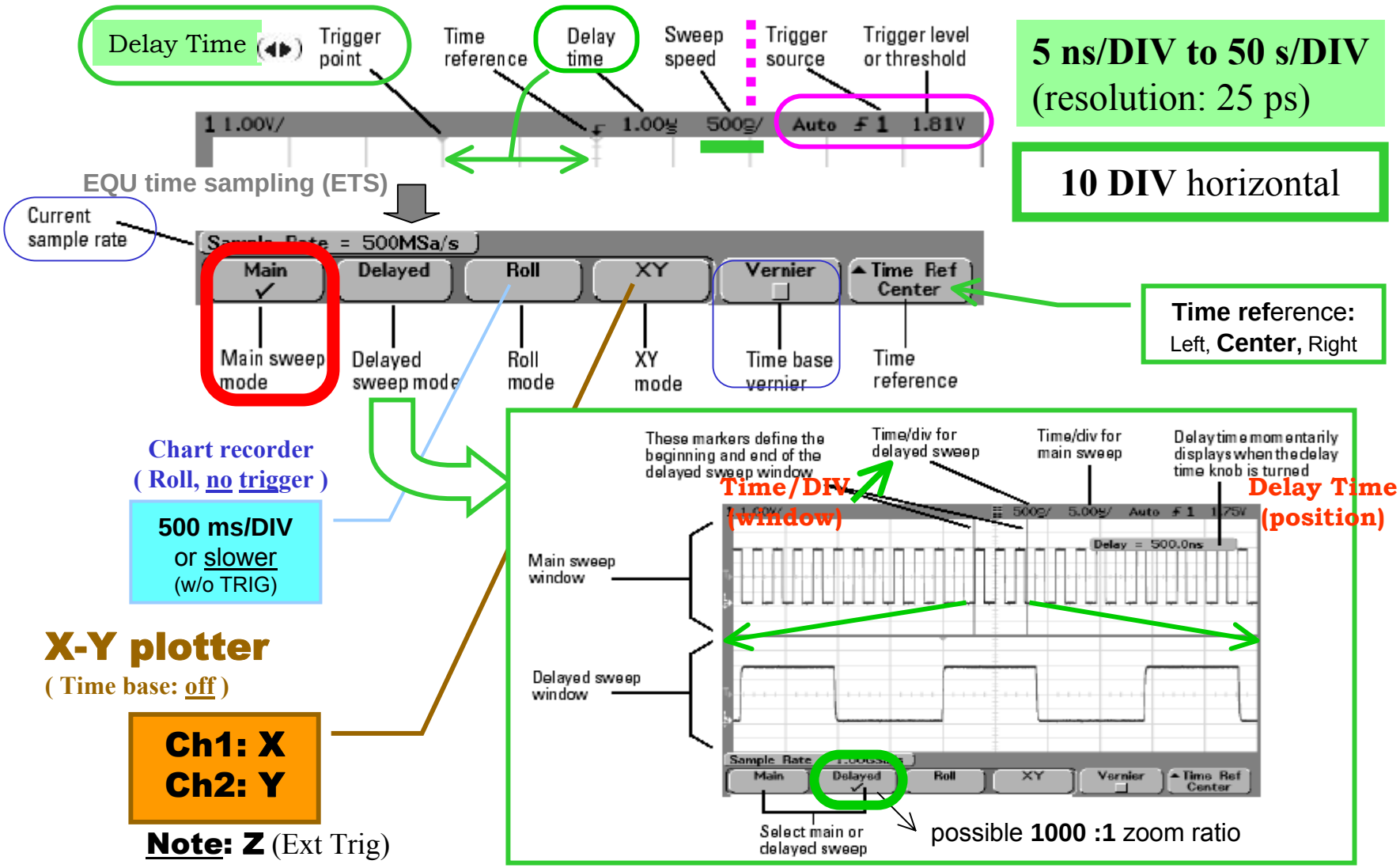
http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewtopic.php?t=69



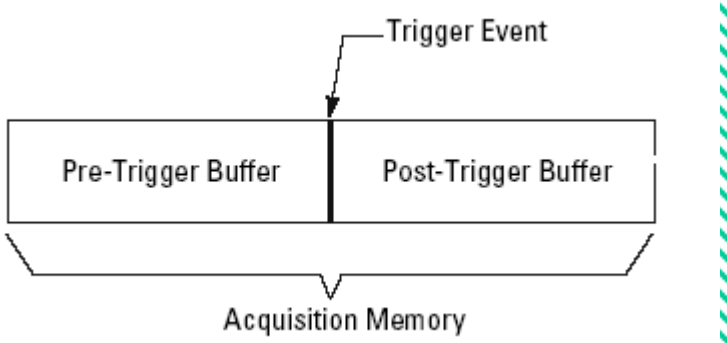
Scope - Horizontal

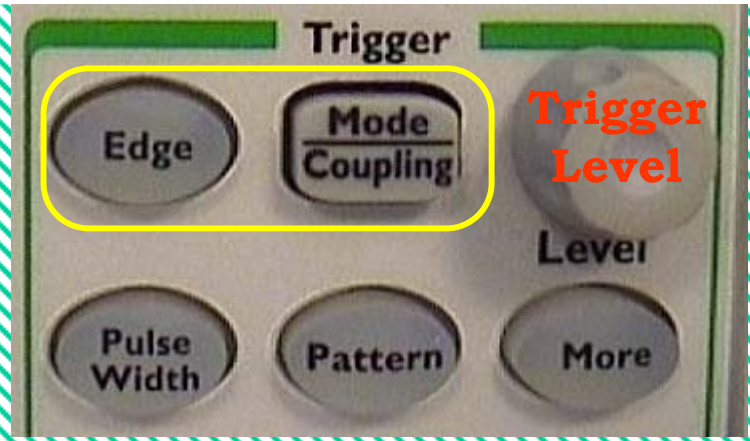


Scope - Horizontal : press **Main/Delayed**



Scope - Trigger : press **Mode/Coupling; Edge**





TRIG: to stabilize repetitive wfm, and capture single-shot wfm

TRIGGER [**Mode/Coupling** ...*Holdoff*; **Edge** [20] ...*Int/Ext*] – **Sweep** „indítás”

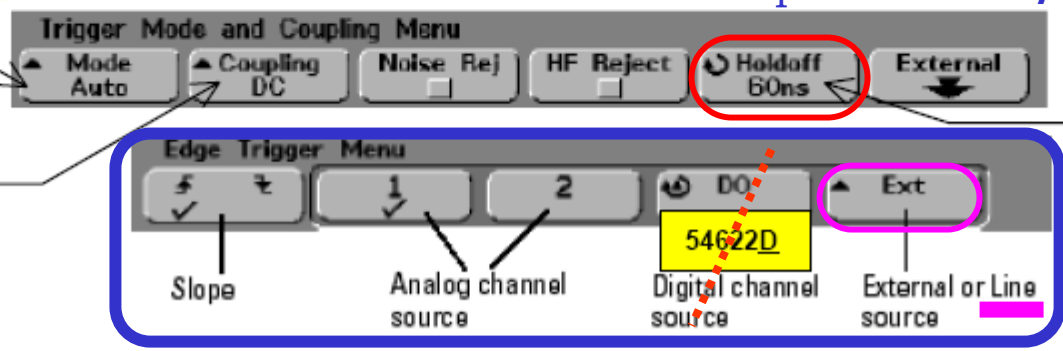
! **ANA szkóp** működése bemutatható (‘Auto’ módban ‘Trigger Level’ hatása)!

DSO trigger: **leállítja (!)** az adatgyűjtést (**Pre**/Post trigger) ...

press **Mode/Coupling**

Auto Level
Auto
Normal

DC
AC
LF Reject
(TV)



a sweep-et *követő* TRIG tiltás (álló kép beállításhoz)

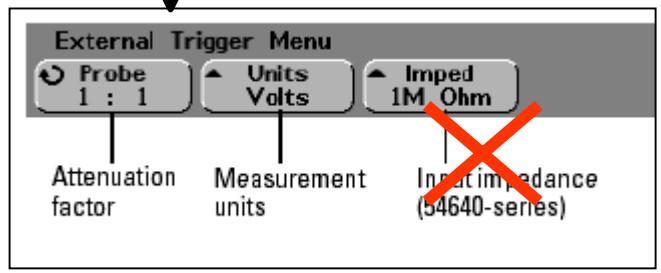
press **Edge**

• „TRIGGER **Level** and icon (if ANA Ch)” – dedikált (közvetlen beállítás)

Scope - Trigger mode

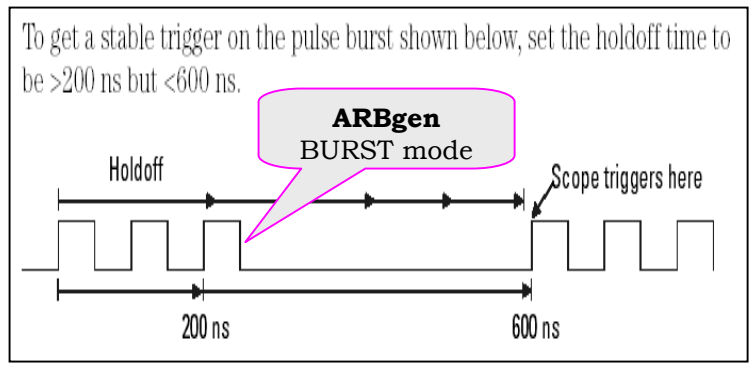
press **Mode/Coupling**

DC, AC, LF Reject, (TV)



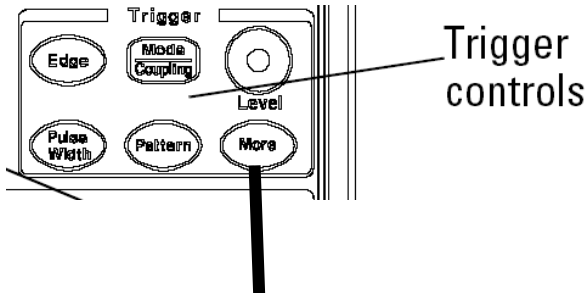
- **Normal** mode displays a waveform when the trigger conditions are met, otherwise the oscilloscope does not trigger and the display is not updated.
- **Auto** mode is the same as Normal mode, except it forces the oscilloscope to trigger if the trigger conditions are not met. **…as ANALOG Scope**
- **Auto Level** mode (54620-series only) works only when edge triggering on analog channels or external trigger. The oscilloscope first tries to Normal trigger. If no trigger is found, it searches for a signal at least 10% of full scale on the trigger source and sets the trigger level to the 50% amplitude point. If there is still no signal present, the oscilloscope auto triggers. This mode is useful when moving a probe from point to point on a circuit board.

Holdoff Time ~60 ns to 10 seconds



Note: with *MegaZoom* technology, you can press **Stop**, then **pan and zoom** through the data to find where it repeats. **Measure** this time using the cursors, then **set Holdoff** to this number

Scope - Trigger types



- **Edge**
- **Pattern**
- **Pulse width** (glitch)

Pattern	Trigger on a pattern of high, low, and don't care levels and a rising or falling edge established across any of the sources. The analog channel's high or low level is defined by that channel's trigger level.
Pulse Width	Trigger when a positive- or negative-going pulse is less than, greater than, or within a specified range on any of the source channels. Minimum pulse width setting: 5 ns Maximum pulse width setting: 10 s

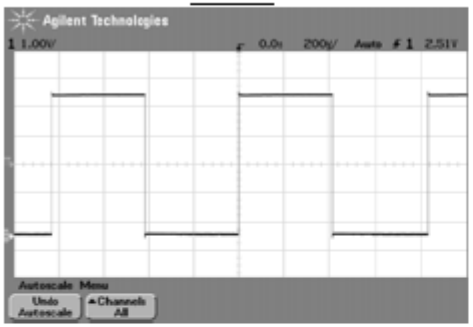
More

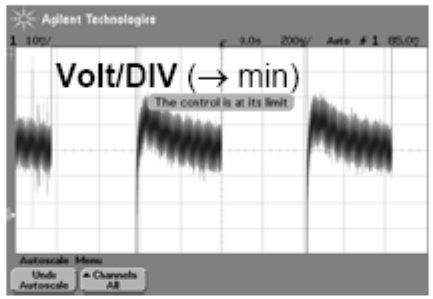
- **CAN** (Controller Area Network)
- **Duration**: multi-channel pattern
- **I²C** (Inter-IC bus)
- **LIN** (Local Interconnect Network)
- **Sequence**: Find event A, trigger on event B, with option to reset on event C or time delay.
- **SPI** (2 & 3 Wire Serial Peripheral Interface)
- **TV**: Trigger on any analog channel for NTSC, PAL, PAL-M, or SECAM broadcast standards on either positive or negative composite video signals.
- **USB** (Universal Series Bus)

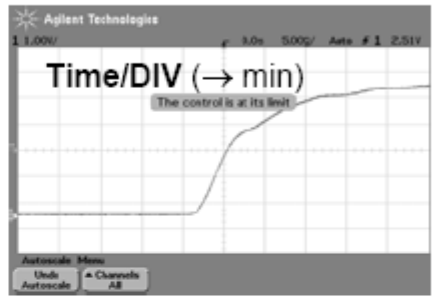
Scope:

♣ Szemléltető **példa**: *saját forrás* mérése (**Scope Probe**, Ch1, 10:1 mérőkábel) – Auto-scale

Fedezzük fel a skála változtatás és a dedikált gombok hatását (→ *Status*: Állapot sáv) ...







• VERT **Position** (▲▼): a *rövid ideig* megjelenő érték-kijelzés a mozgó icon (GND ref) távolságát adja meg a képernyő közép-vonalához képest

• HOR **Delay time** (◀▶): a trigger pontot (▼ symbol)mozgatja, és az érték-kijelzés azt adja meg, hogy a ∇ symbol (Time Ref, *Zoom* Ref) milyen távolságra van a trigger ponttól.

Megjegyzés: a ▼ symbol (trigger pont) előtt **PRE-**, utána **POST-trigger** információ

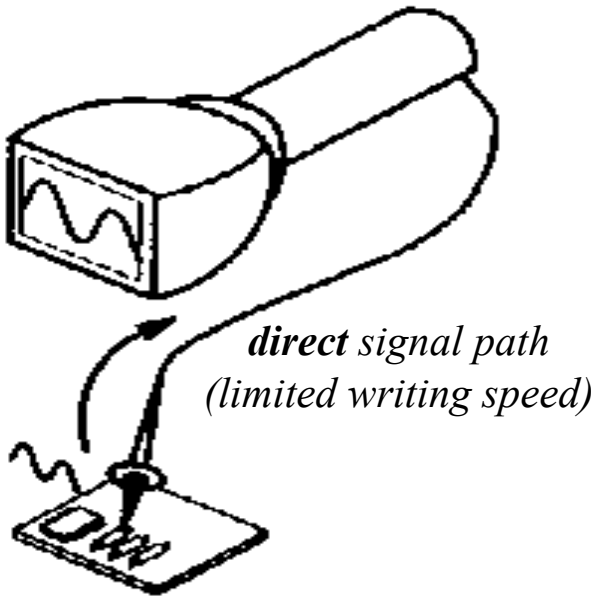
• TRIG **Level:** növeljük icon (if ANA Ch) értékét a jel-csúcsérték fölé, ekkor ha

TRIGger: Auto – megszűnik az álló ábra (→ **nincs szinkron**, mint **ANA scope!!**),

(*átváltva*) Normal – **„befagy"** a kijelzés (→ mint **DSO,** *villog* a Trig'd)

ANALÓG :

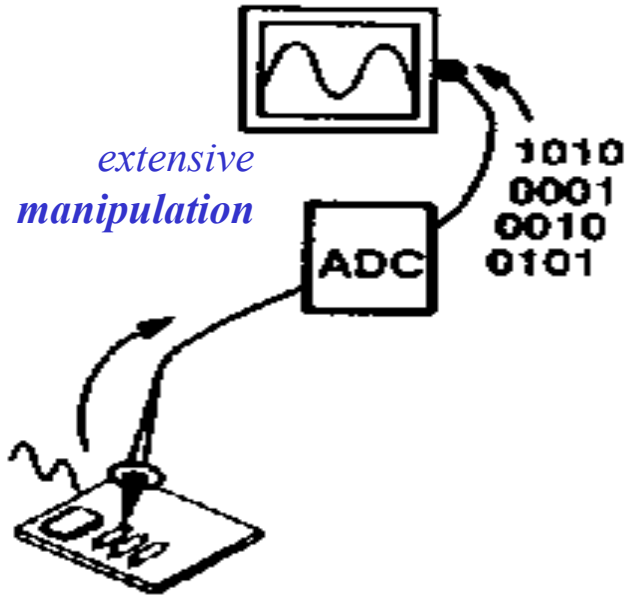
közvetlen "rajzolás"
(képernyõre írás)



Analog Oscilloscopes
Trace Signals

54622A/D
DIGITÁLIS :

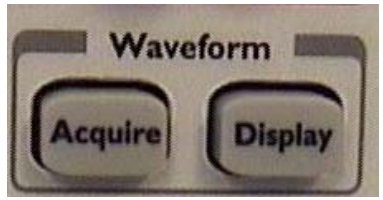
numerikus "tárolás" (memóriába írás)
és virtuális nyomvonal "rekonstrukció"



Digital Oscilloscopes Sample
Signals and Constructs Displays

Scope: Waveform – **Rekord** felvétel és megjelenítés

ACQUIRE:
digitalizálás (numerikus minták)
→ mintavétel és kvantálás

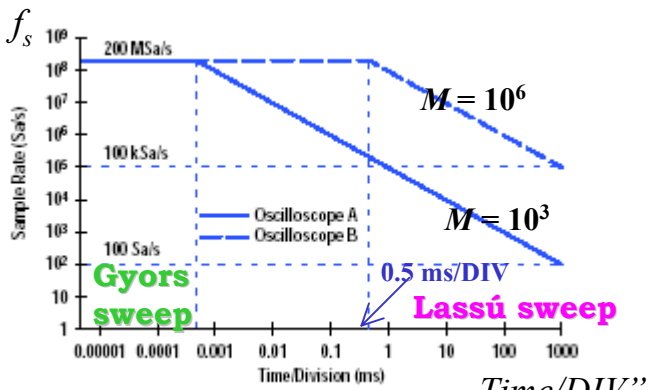


DISPLAY :
rekonstrukció („virtuális” nyomvonal)
→ pixel-ek

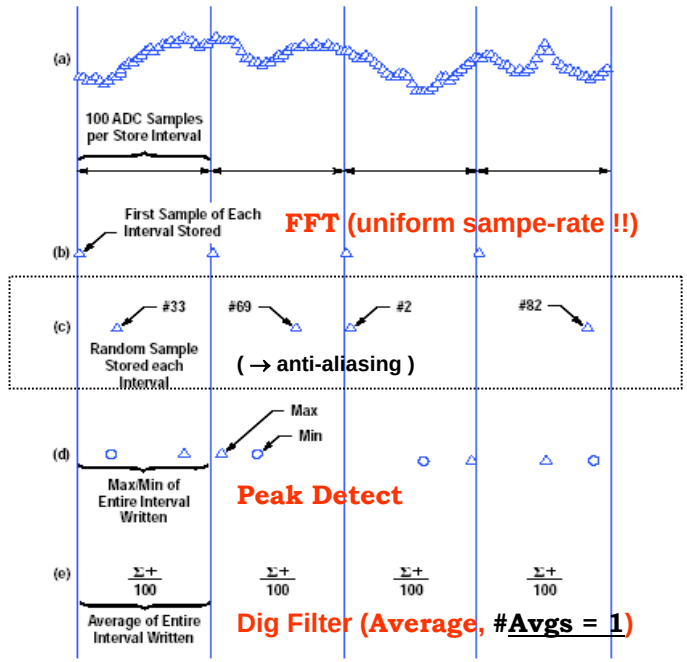
A memória kapacitás (*M*) **korlátozza**
a minta-gyakoriságot (*fs, sample rate*):

$$fs = M\ /(10 \cdot "Time\ /\ DIV") \le 200 MSa\ /\ s$$

a DSO **sávszélessége** tehát változik (!!)
az **időalap (Time/DIV)** módosításával
(→ **Peak Det**ect: glitch detect)

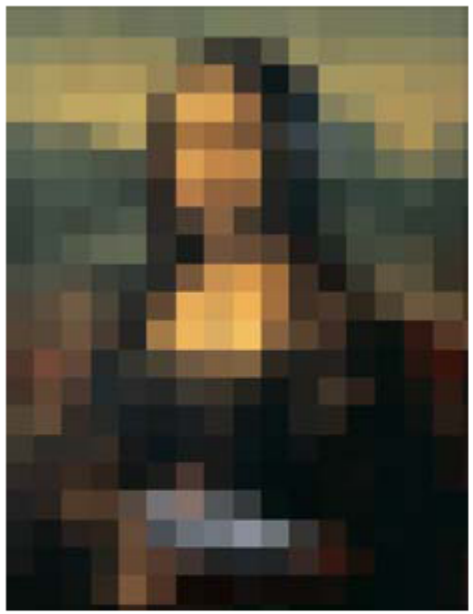


max **1-2(4)•10⁶** (Mega) point memória
kontra
1•10³ (Kilo) pixel display (**compression !**)



Scope - Why is long Memory important

1a



1b

10 kpts

2a

2b

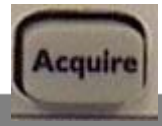
100 kpts

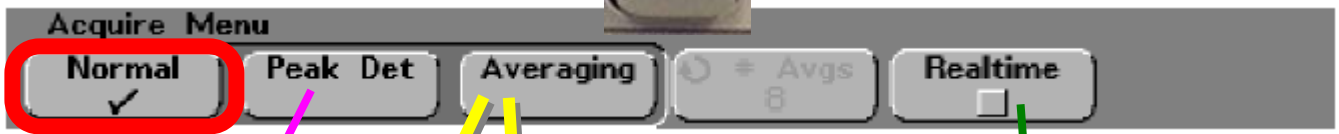
3

1 Mpts
Full resolution of
entire image

… finally you know why Mona Lisa is smiling
(listening to Leo's new music player)

Scope - Waveform : press **Acquire**



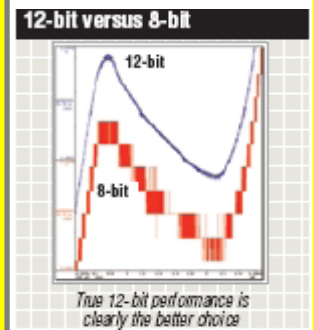


Lassú sweep

1 ms/DIV or slower
(10 ms/5 ns = 2M)

#AVG	resolution
1	**8 bit**
4	9
16	10
64	11
256	**12**

(@ stable, multiple TRIG,
up to 16K **#AVG**)



#AVG = 1 **HiRes**

2 us/DIV	**8 bit**
5 us/	9
20 us/	10
100 us/	11
500 us/	**12 bit**

OS: oversampling &
DF: decimation filter
(@ one TRIG)

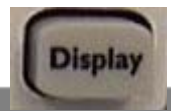
Gyors sweep

2 us/Div or faster *
(20 us/5 ns = 4K),
with reduced BW
(200MSPS/4= 50MHz)

(@ **one** TRIG event,
SINC interpolation)

*or infrequent trigger,
complex waveform

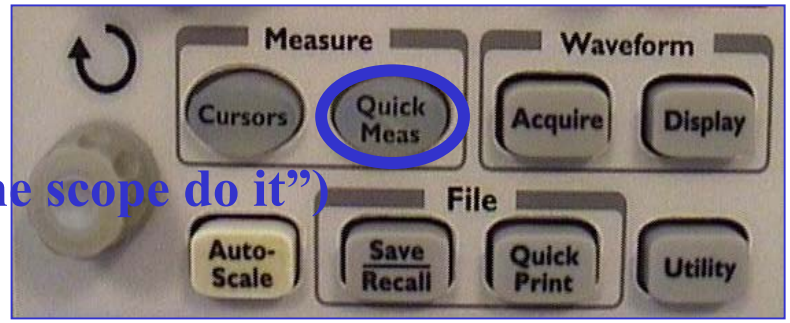
Waveform : press **Display**



OFF

ON ("connect the dot":
LIN interpolation)

Scope - Measuring methods



Auto: **Quick Meas** **("Let the scope do it")**

Manual: **Cursors**

"Eyeballing": graticule markings – **Display** / Grid [20%]

counting the (minor) divisions, and
multiplying by the readout sensitivity
… like ***Analog Scope***

Maximizing measurement Accuracy, the first rule :
set the highest resolution (→ scale; **Vernier; Delayed**)

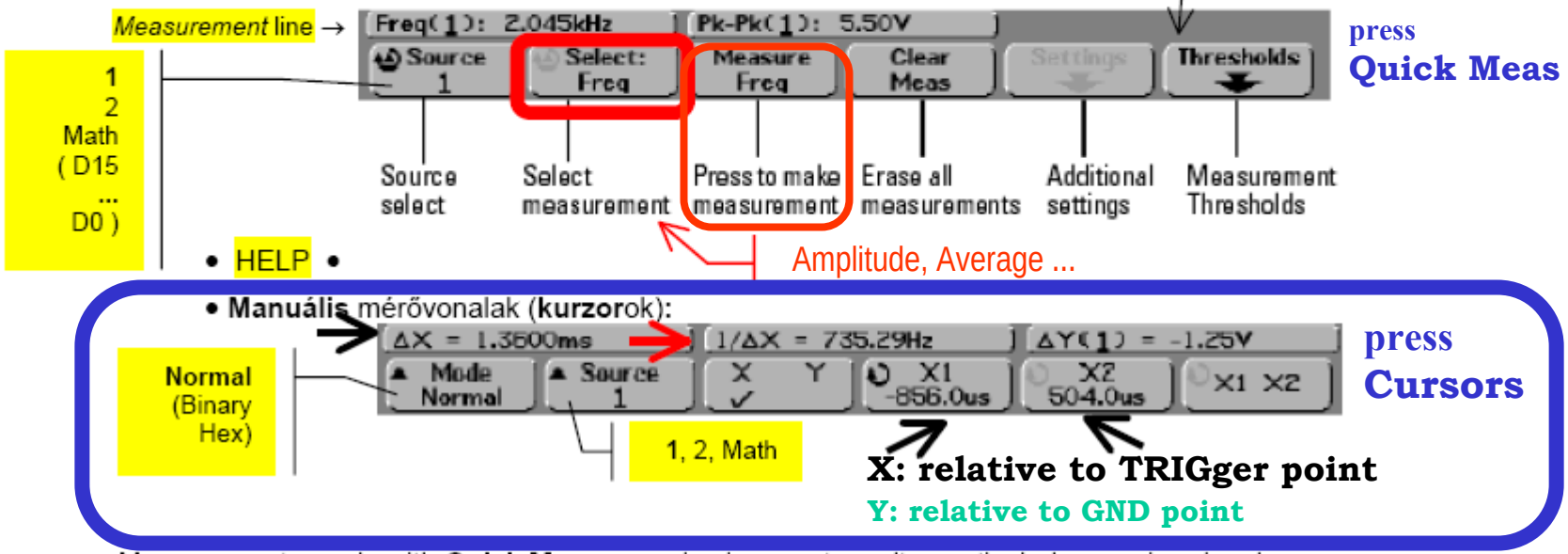
Scope - Measure : press **Quick Meas; Cursors**

MEASURE [**Quick Meas**, **Cursors**] – Paraméter **mérések**

- ! (Display) **Grid** : „hagyományos (**ANA szkóp**) mérés" is lehetséges !
- Egyidejűleg három **auto** param. mérés:

Meas (and math function) are performed **on DISPLAYED** data (fit signal on display) !!

NE módosítsuk az alap-értelmezést (csak ha célszerű

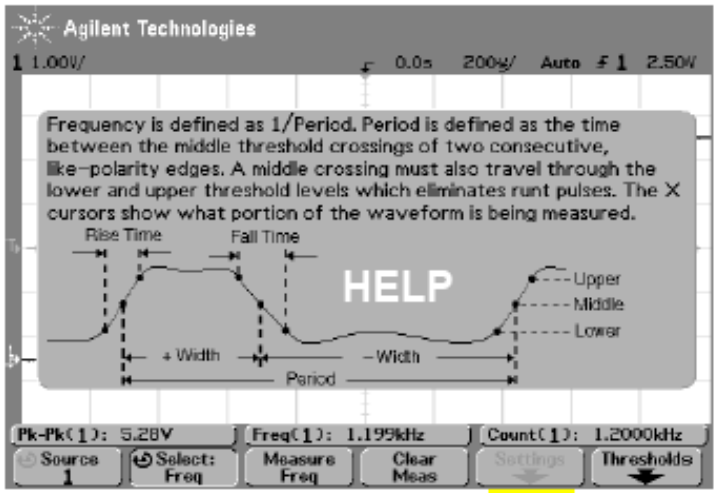


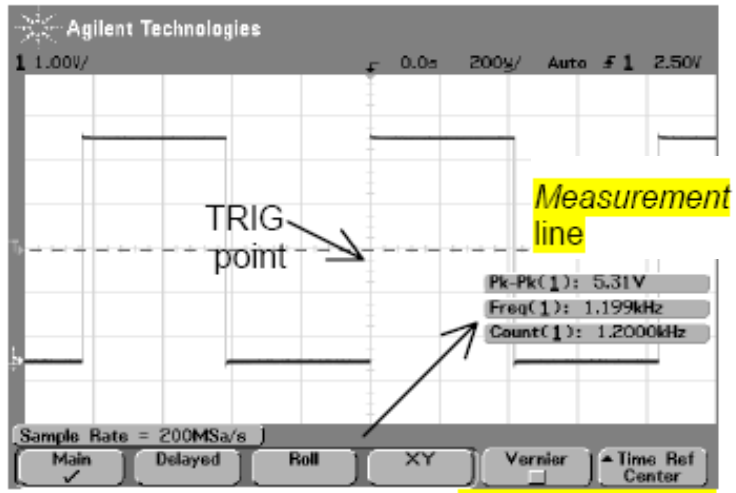
Measurements made with **Quick Meas** may give incorrect results, particularly on noisy signals.

Look at the cursor lines to see if ***you*** agree that the cursor lines are showing what you want to measure. If your displayed signal is noisy for any reason, try using **Averaging** to clean it up.

Scope:

♣ Szemléltető **példa:** (folytatás, *egységes* alap-helyzethez: **Auto-scale**)





Quick Meas: Vpp, Freq [Select: HELP], Counter

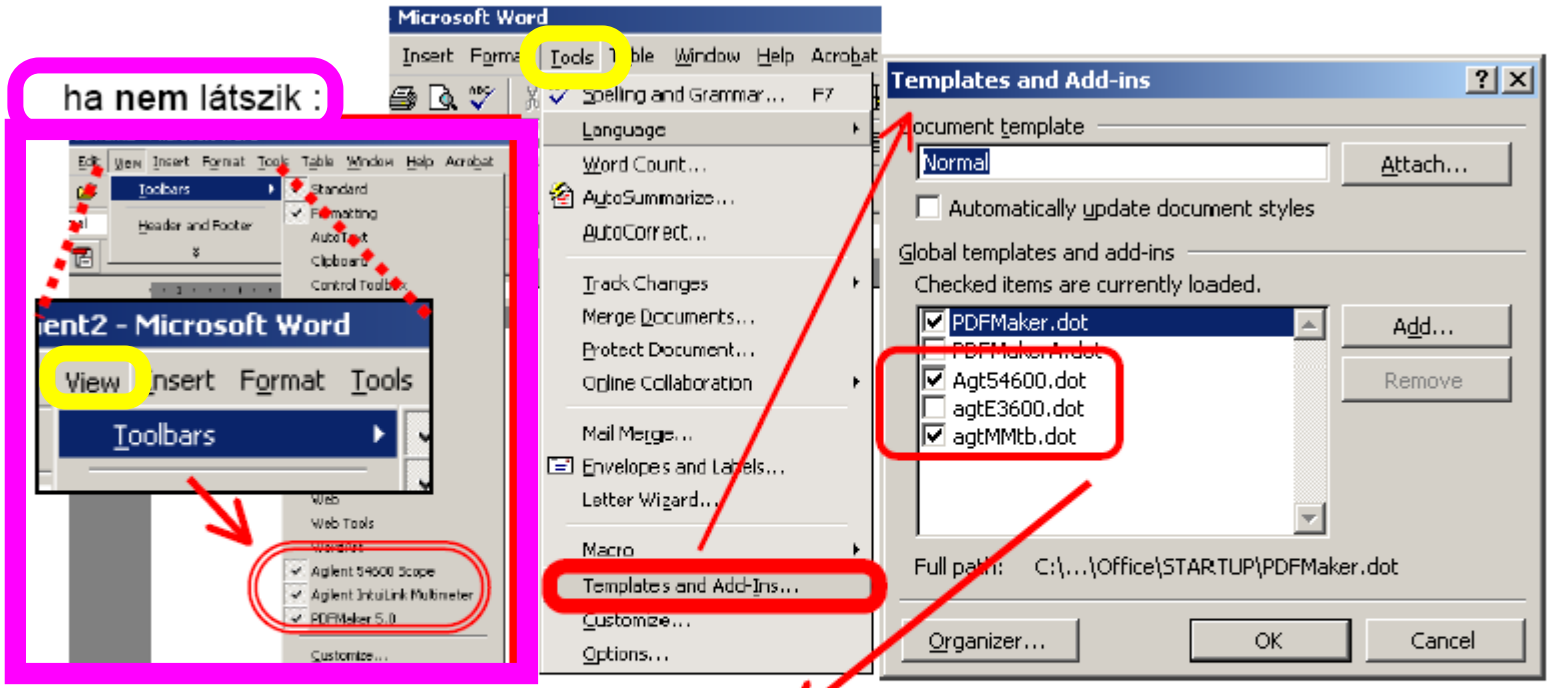
Main/Delayed (→display: **'Sample Rate'**)

Módosítsuk a skálákat, és figyeljük meg a hatásokat. (Pl. ha *nincs* egy teljes periódus a képernyőn, akkor Freq: *No edges*, de Counter: továbbra is működik!)

Dokumentálás:

„IntuiLink" Word Toolbar

Tools | Add-Ins... (ha nem látszik → **View** | Toolbars ...)



agtMMtb: Agilent MultiMeter Toolbar

Agt54600:

Scope - dokumentálás:

nagyobb (2K) mintaszám Excel Toolbar-ral,

a **teljes** memória „Data Capture" SW-rel érhető el (és az FFT is !)

NEM használjuk

e-Jegyzőkönyv: Word **Save as ... (G: drive)!!**

A jegyzőkönyv **ékezetes** betűkkel készül!

Word **Toolbar** (*IntuiLink* tasakból), **vagy**

Tools | Add-Ins... **Agt54600.dot** (ha nem látszik → View | Toolbars : √)

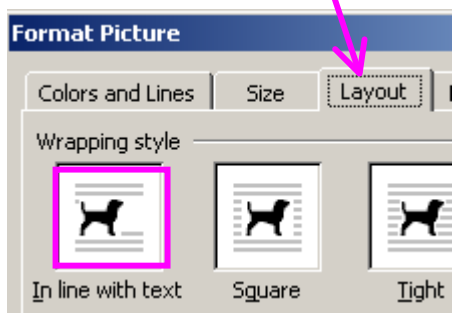
Connect to Scope: GPIB address – **7**

Get waveform data (N° of points: 100 | 250 | 500), and *make* a graph

Get Screen Image (Scope display) → Format **Picture** / Layout, Size ...

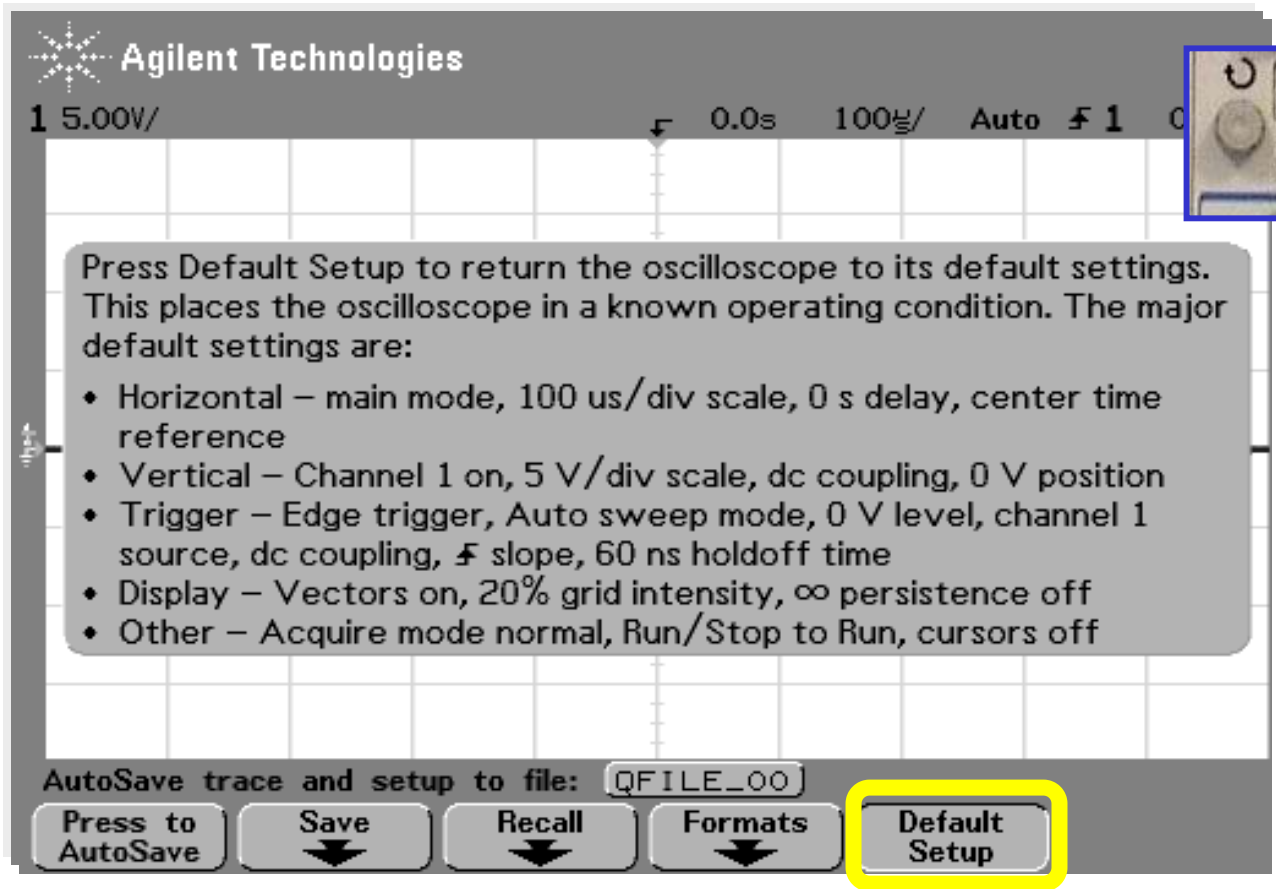
Get single measurement

WORD
Right click
on picture



"bal Kutya" ...

Scope - File : press **Save/Recall** – Default Setup



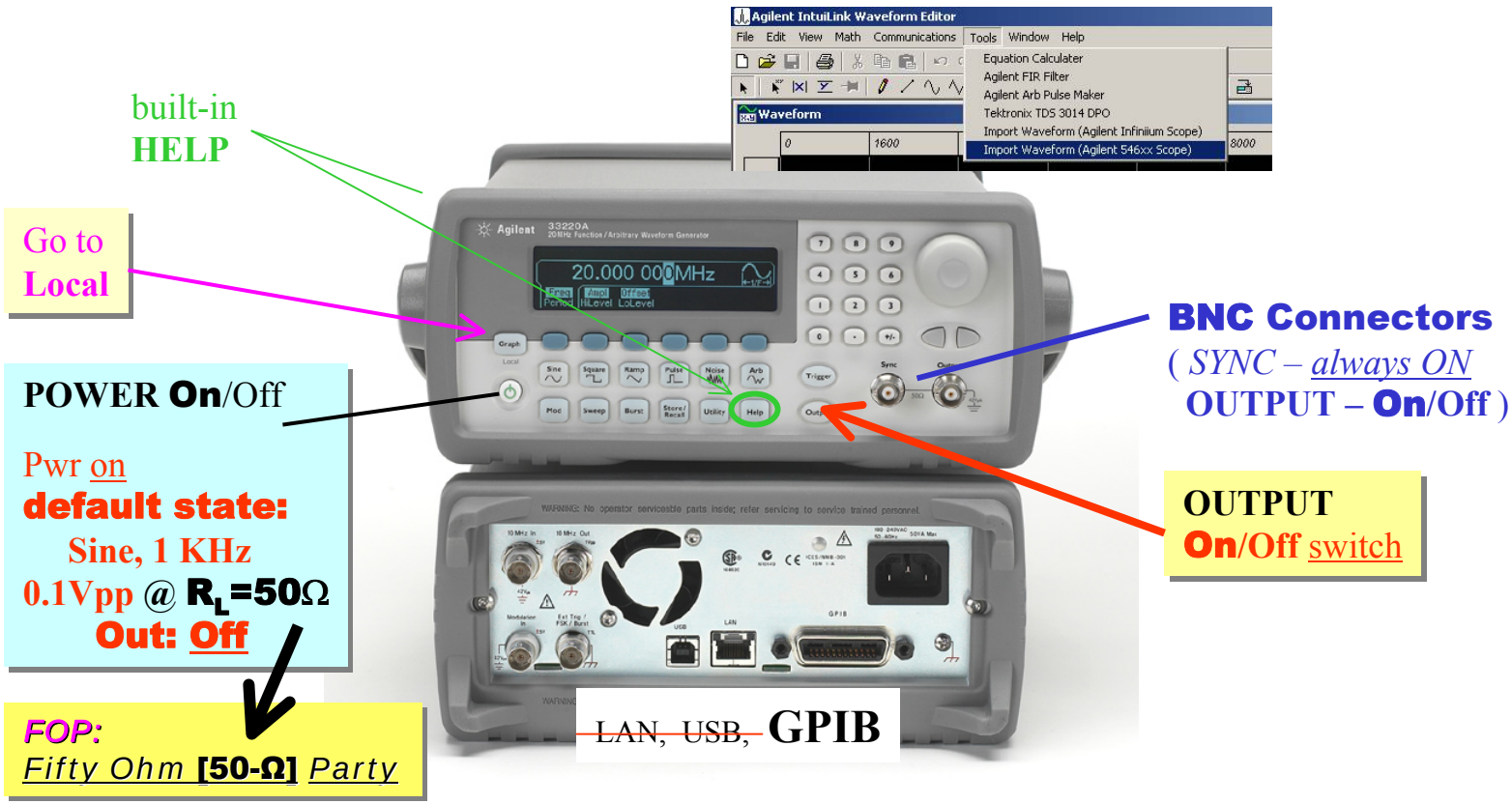
Agilent **33220A** Function/**ARB**itrary waveform **generator**

20 MHz **sine** and **square,** ARBs; / modulations /

14-bit, 50 MSa/s, 64K-point **DDS;** variable-edge pulse

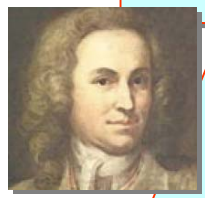
GPIB (USB, LAN), **IntuiLink:** ~~Waveform Editor~~

*MOST **nem** használjuk*



ARBgen - DDS: Direct Digital Synthesis

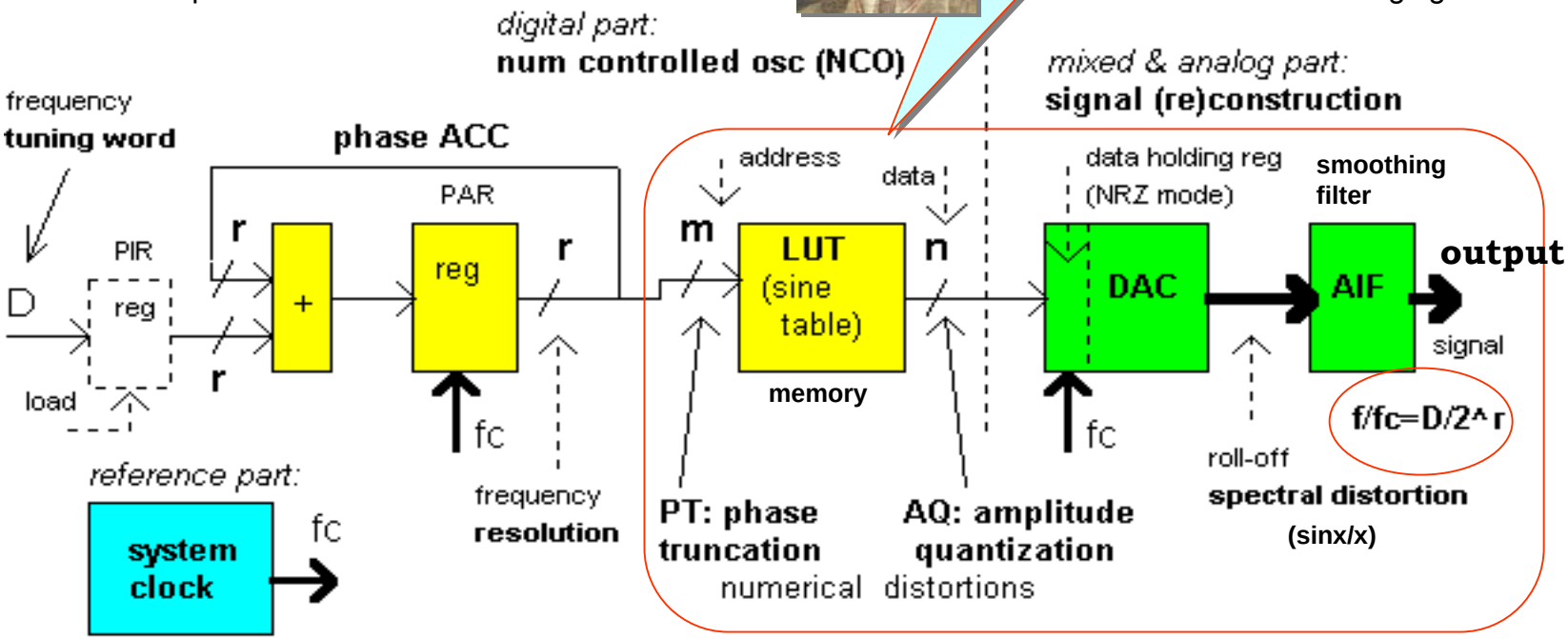
(@ constant f_c clock-rate)



… mint a CD lejátszó !!

PIR : phase increment register
Phase **ACC :** accumulator
LUT : look-up table

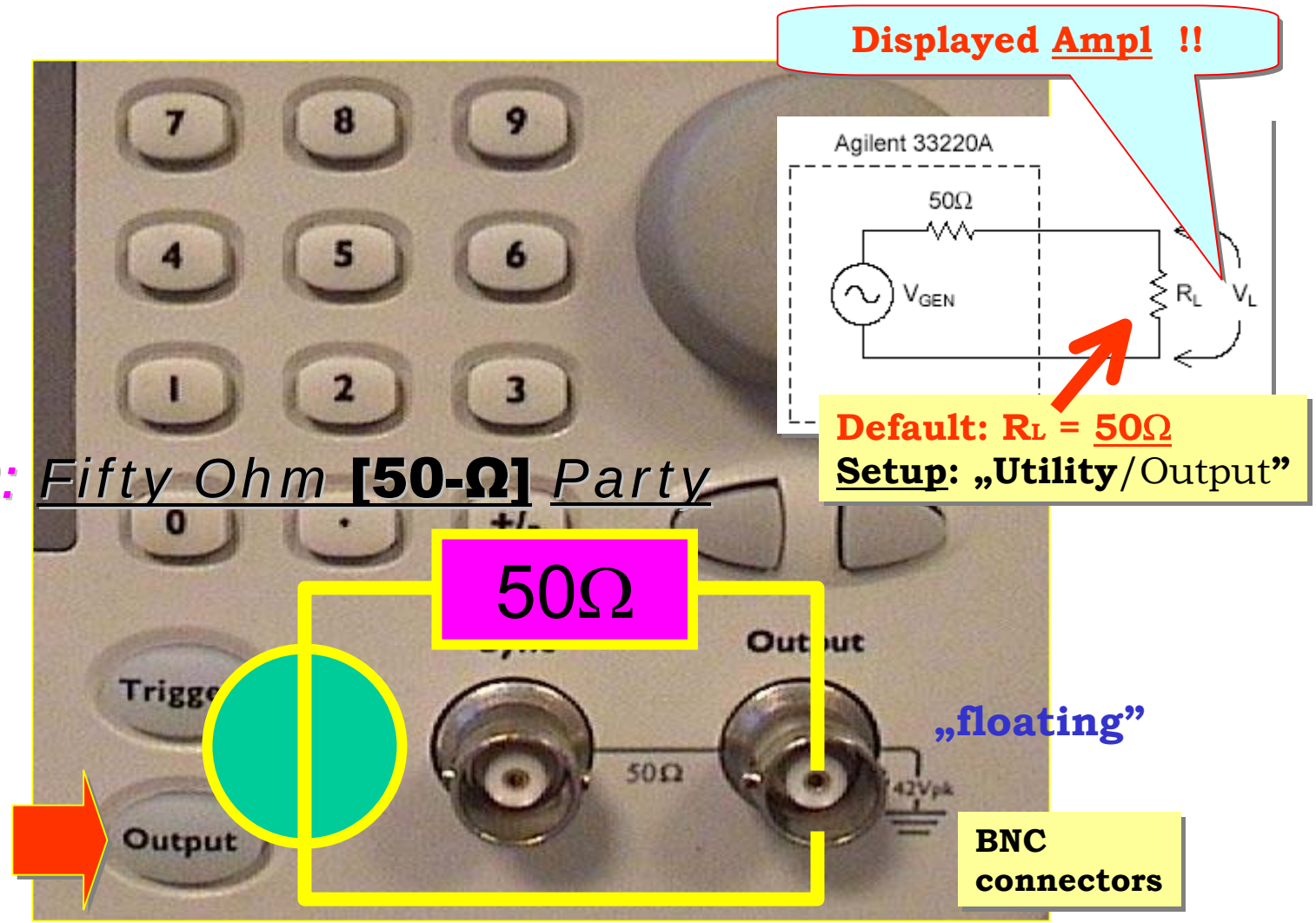
NRZ : non return to zero
DAC : digital to analog converter
AIF : anti imaging filter



33220A : r = **64** bit, m = **16** bit (64K memory), n = **14**bit, fc = **50** MHz
14 bit (16K memory)

FREQ resolution (int): 2.7 pHz ($2^r = 2^{64} = 2^{4+10+10+10+10+10+10} = 2^4.10^{3+3+3+3+3+3}$)

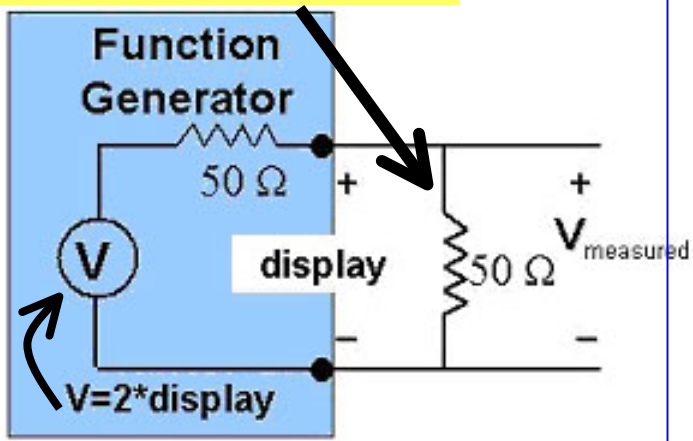
ARBgen Output - 50Ω source impedance



Why your function generator outputs twice (!!) the programmed voltage?

The **default setting** for Agilent function generators is to display the desired voltage as though terminated into a 50 Ohm load.

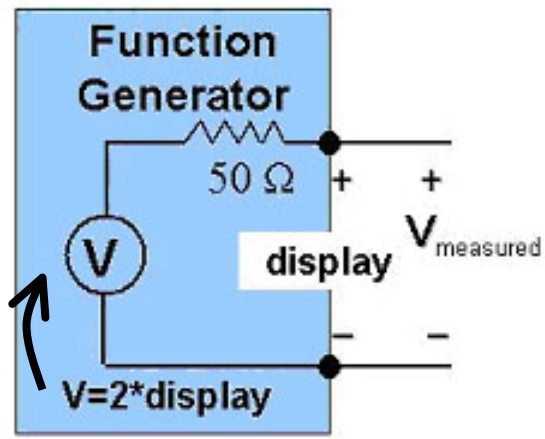
FOP:
Fifty Ohm **[50-Ω]** *Party*



$V_{measured} = ½V = ½ (2* \text{display})$

$V_{measured} = \text{display}$

When a high impedance device, such as an **oscilloscope** is used to measure the output of the function generator, the waveform appears to be **twice** the voltage set on the display of the function generator.



$V_{measured} = V = 2*\text{display}$

$V_{measured} \neq \text{display}$

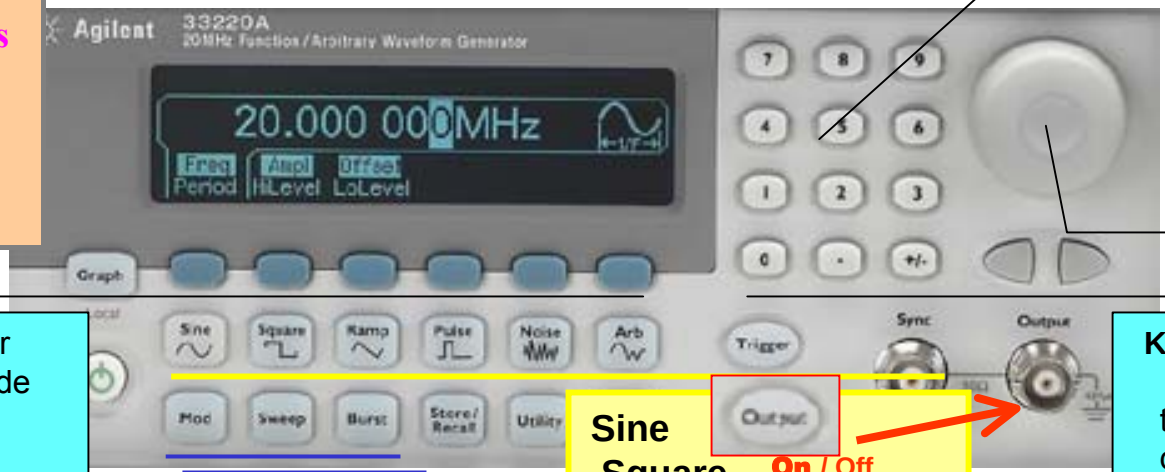
The Agilent 33220A function generator includes a feature that allows the output termination to be **set** to any impedance from **1 to 10 k Ohm**, or **infinite**.

ARBgen - Front Panel

---
1. Function
2. Parameters
---
3. Output
On / Off

Setting

Tuning



Graph or **Menu** mode

Softkeys
to configure the Parameters

…always adjust Parameters from left to right

Mod
Type: AM
FM
PM
FSK
PWM
Source: INT
EXT

Sweep
LIN or LOG

Burst
N cycle or
EXT-gated

Sine
Square
Ramp
Pulse
Noise
Arb (currently selected)

On / Off

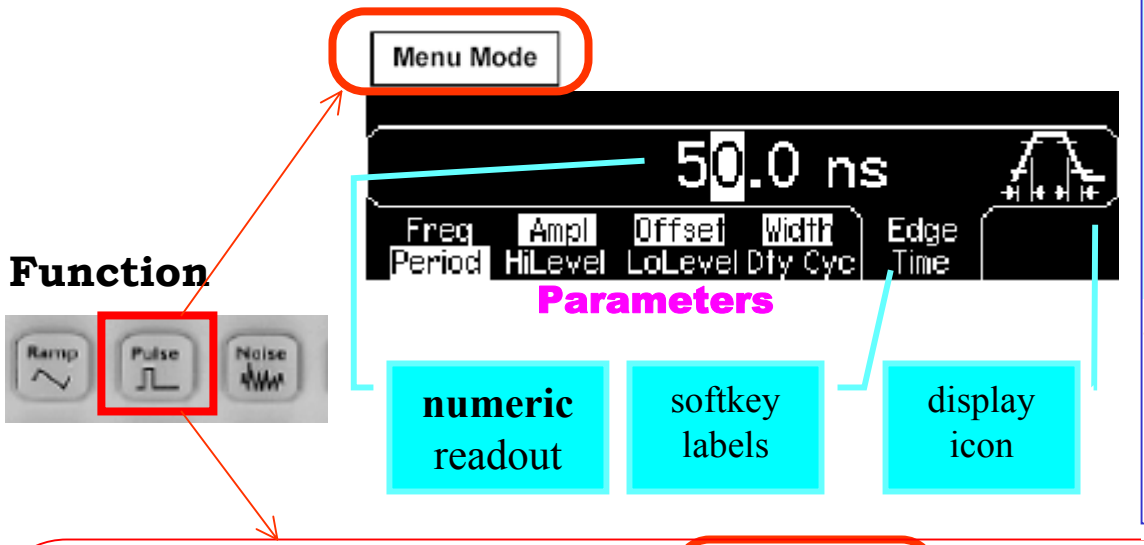
DC ('Utility' key | DC on)

Knob and cursor keys
to modify the displayed number
Keypad
to enter numbers, and
Softkeys
to select units

	Sine	Square	Ramp	Pulse	Noise	DC	Arb
AM, FM, PM, FSK Carrier		•	•				•
PWM Carrier				•			
Sweep Mode	•	•	•				
Burst Mode	•	•	•	•	•[1]		•

[1] *Allowed in the External Gated burst mode only.*

ARBgen Display: **numeric** vs. **graphical** views



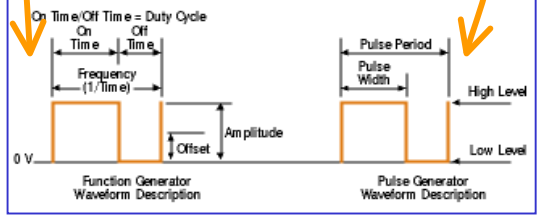
Methods:

Frequency / Duty Cycle

vs.

Period / pulse Width

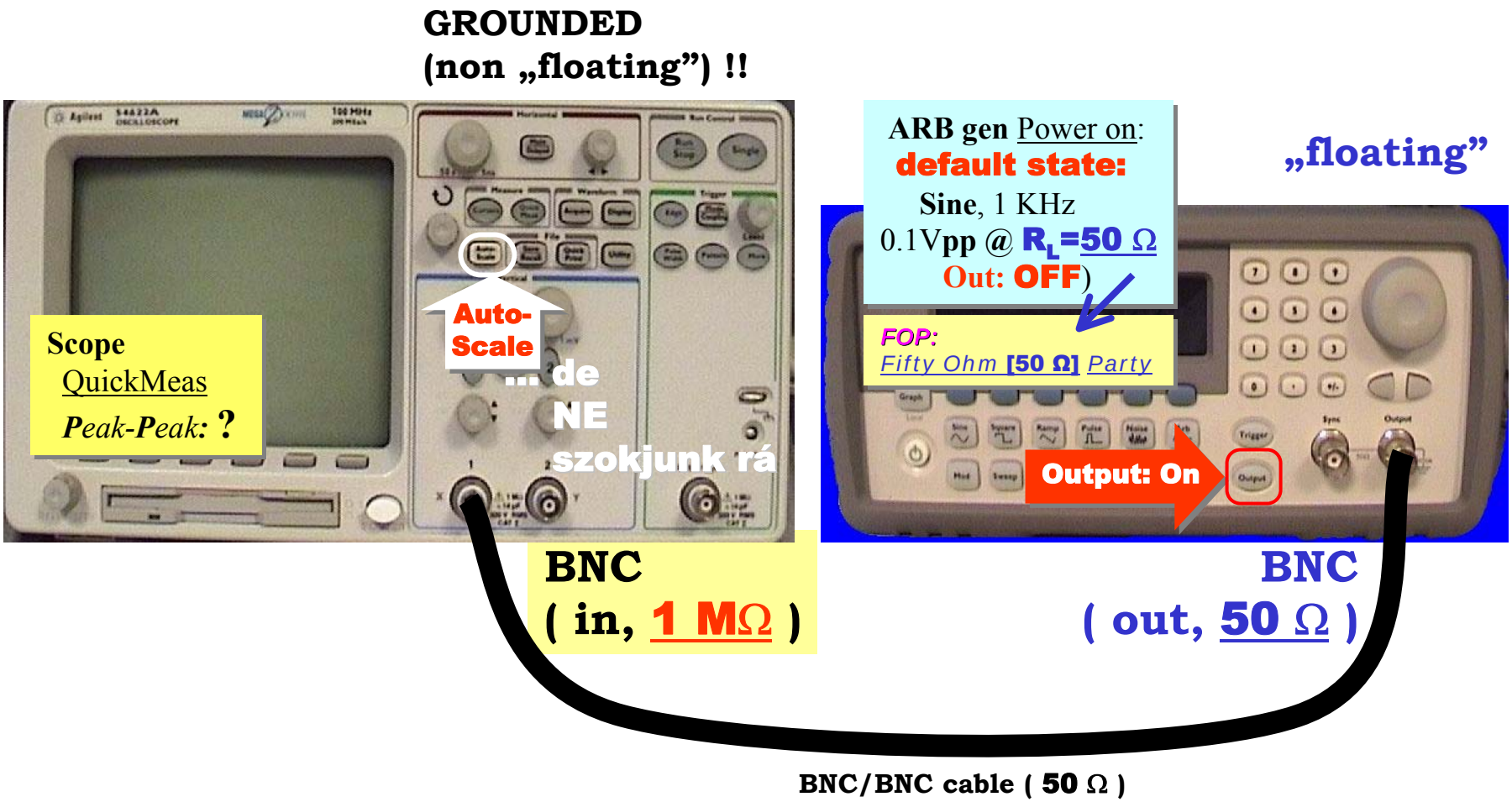
(Let the ARBgen perform the calculation ...)



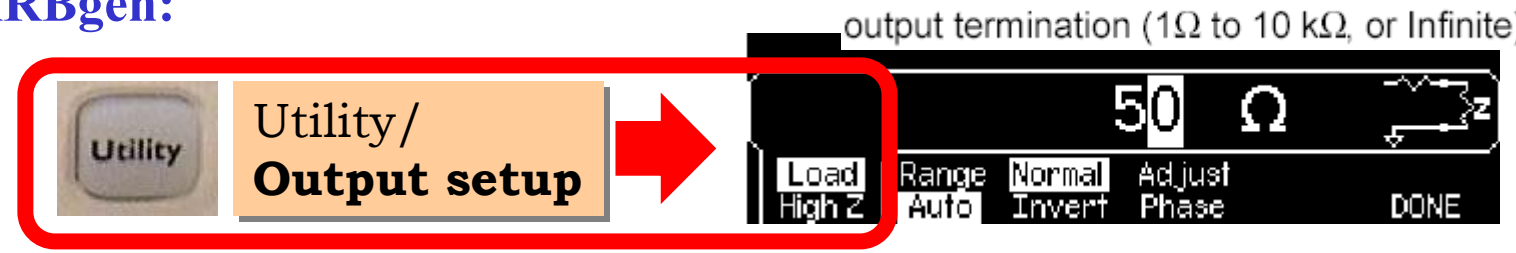
Press the Graph key to enable the Graph Mode. The name of the currently selected parameter, shown in the upper-left corner of the display, and the parameter's numeric value field are both highlighted.

To exit the Graph Mode, press Graph again.

Scope / ARBgen :



ARBgen:



♣ a terhelés hatása: a **legfontosabb**, amire **figyelni** kell !

- **ARBgen**: Ampl: **1** Vpp, Output: **ON**

Scope: Auto-scale, QuickMeas: Peak-Peak: ≈ **2** Vpp (?!!)

(Az ok: *alap-beállításnál* a generátor **50Ω** terhelést tételez fel, valójában 1 MΩ a terhelés: az oszcilloszkóp bemenete.)

ARBgen: Utility: **Output Setup**: Load ↓ **High Z** . Ampl = **2** Vpp !

(Ahhoz, hogy fix 50Ω forrás-impedanciával 1 Vpp legyen 50Ω terhelésen, a generátor forrás-feszültsége: 2 Vpp . Átdefiniálva a terhelést a valóságos helyzetre („ közel ∞ impedancia: High Z"), az ARBgen display most már a (*változatalan*) forrás-feszültséget mutatja.)

Output key a kimenet bekapcsolása előtt (a **fix** 50Ω forrás-ellenállás miatt) – **gondoljuk át** a feltételezett **terhelő ellenállás** (Output setup) és ahova kötjük a kimenetet: a tényleges **terhelés** hatását !!

ARBgen – Utility/Output Setup: **High Z**

- **SINE** 
  - Freq: **8** KHz
  - Ampl: 3 V**pp**
  - Offset: 0 V
- ***RMS = ?***

- **SQUARE** 
  - Freq: **1.5** KHz
  - **HiLevel:** 3.2 V
  - **LoLevel:** 0 V

TTL, CMOS 3.3V

- ***RiseTime = ?***

ARBgen:

Sync (out) – a generált jel periódusával megegyező **négyszög** jel

Sine, Ramp, Pulse: *50% - os*, Square: a jellel *azonos* a kitöltési tényező ...

Modulációnál a *referencia* a moduláló jel (mod source: INT), vagy a (belső)vivő (EXT)

ARBgen / Scope:

♣ Szemléltető **példa**: **két** csatornás oszcilloszkóp-mérés, **Output:** Ch1, **Sync:** Ch2,

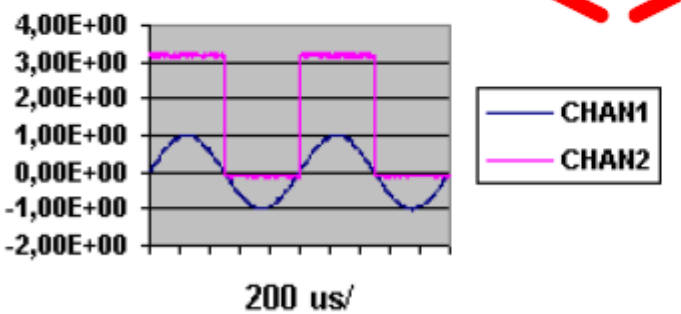
ARBgen: Store/Recall: **Set to Defaults**: YES ; (→ **Sine**) Set: Ampl: **1** Vpp, Output: **ON** (!)

Scope: Auto-scale

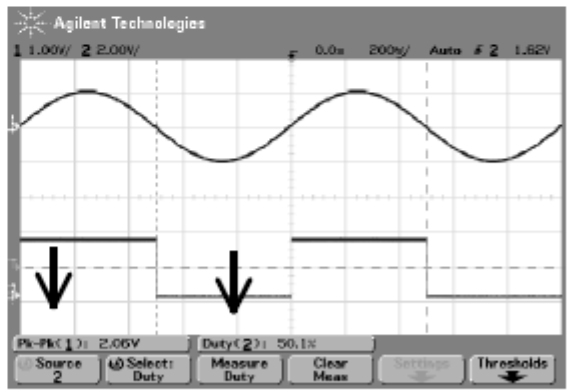
(a) Auto-scale után vegyük le Ch2 kábelt, és *magyarázzuk meg* a jelenséget
(Scope ...[Auto-scale miatt] **Trig Source**: Ch2, és megszünt a szinkron!)

(b) Visszatéve a kábelt, *dokumentálás* (**Scope**):

Get waveform data (N° of points: 500), and *make* a graph :



Get Screen Image :



Get single measurement :

Ch1 :Volts Peak-to-Peak (1) = 2,063 V (... mert 1MΩ a terhelés 50Ω helyett)

Ch2: Duty Cycle (2) = 49,9 % (… más időpont, ezért eltér Screen Image adatától)

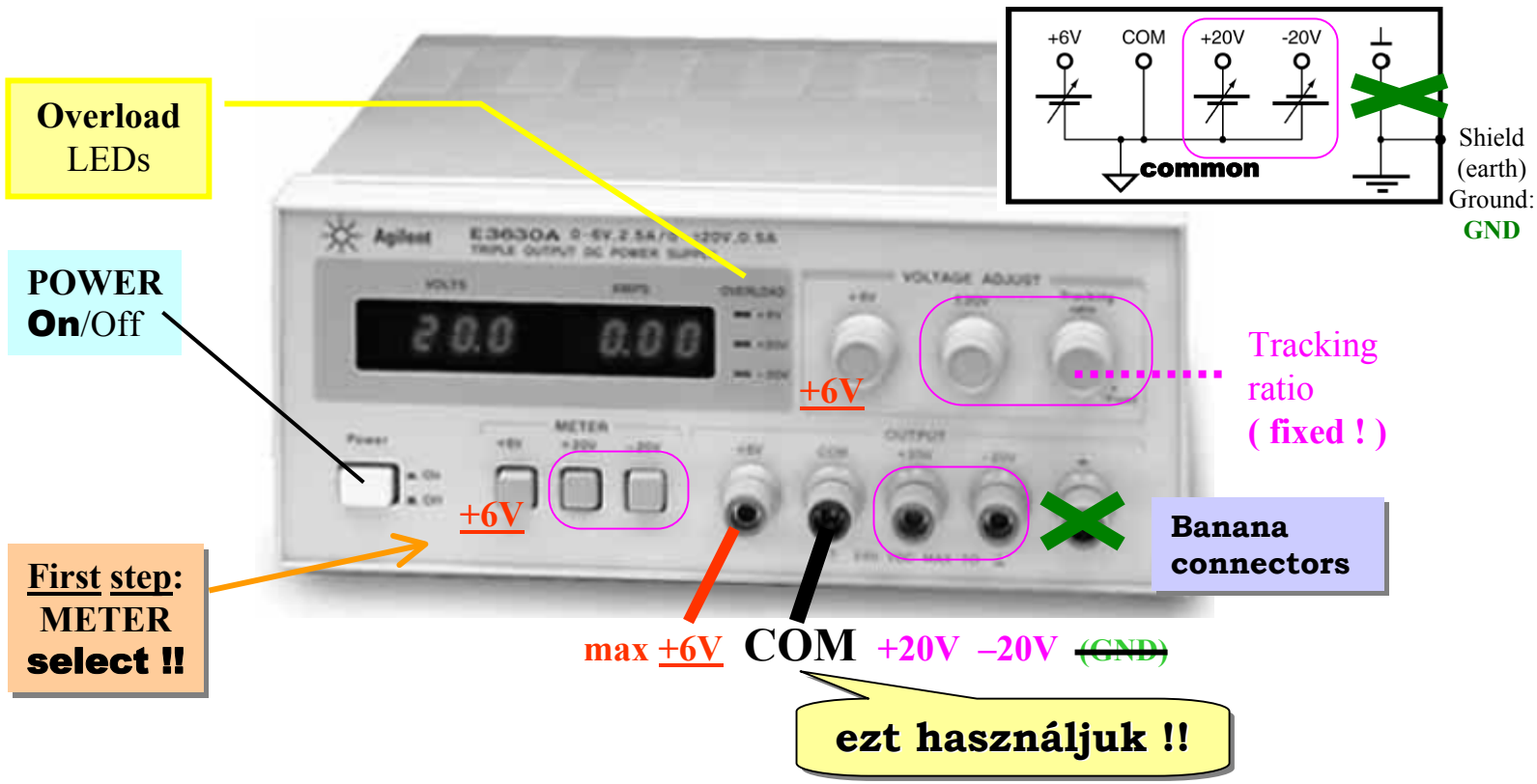
Agilent 3630A triple-output **Power Supply**

max **6V**, **2.5A**; max **± 20V** **0.5A** (output tracking)

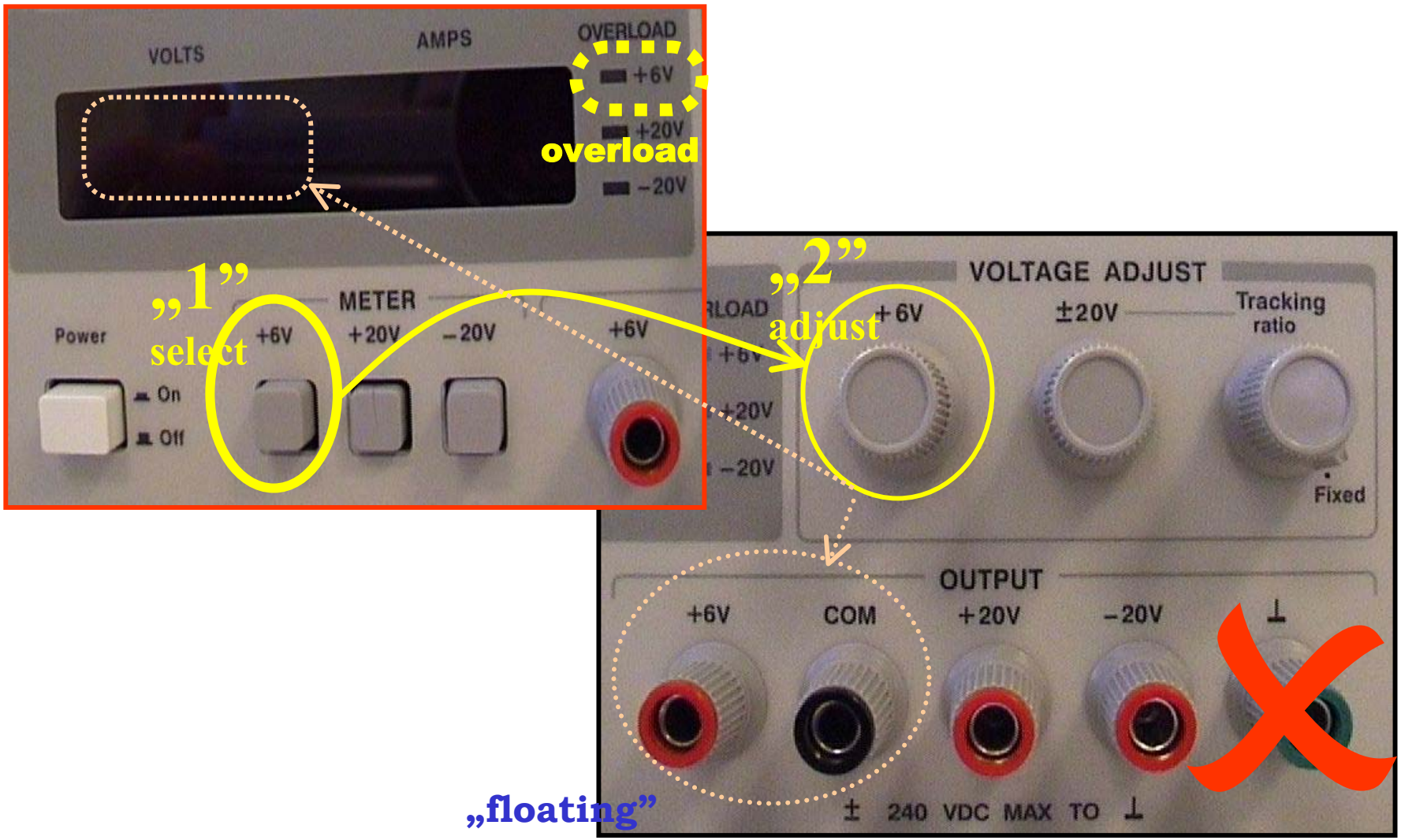
Constant voltage (CV)

and **current foldback** (CF, +6V) / **current limit** (CL, ±20V) modes

Digital voltage and current METERs



Power Supply - **max** + 6V output



„floating”

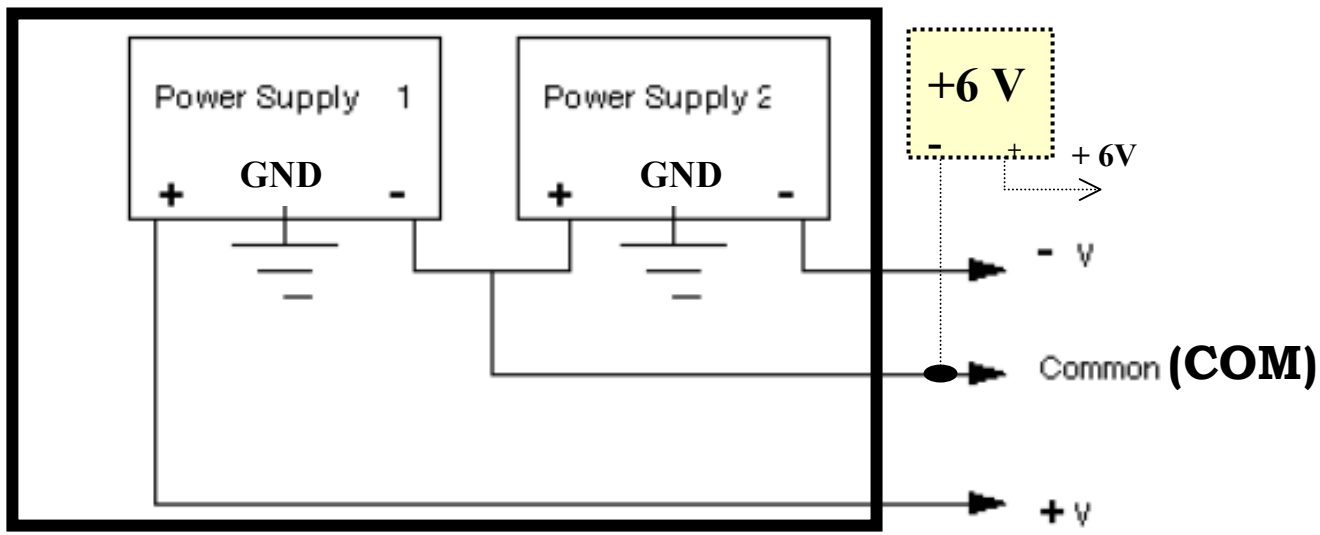
Power Supply: ± 20V output "tracking"

- The ±20V control sets the **0 to +20V** and the **0 to -20V** outputs simultaneously. With the **Tracking ratio** control turned fully clockwise to its **"fixed" position**, the voltage of the negative supply tracks the positive supply within 1%, giving *balanced* positive and negative supplies.

Example: Press the +20V METER button (to display the +20V output) and adjust the ±20V control knob to set the positive supply to **+15V**. Press the -20V meter button, the METER should read **-15V**. The positive and negative supplies are *balanced* : **±15V**

"1" METER
"2" ADJUST

"3" Connect
(**COM,** V)



- Turning the **Tracking ratio** control clockwise **out of its fixed position** allows you to set the voltage of the **-20V supply** to a fixed fraction (**less** than unity) of the +20V supply. Once this ratio is set, the ±20V control still controls both outputs and maintains a *constant ratio* between their voltages.

Agilent **34401A** digital **Multimeter (DMM)**

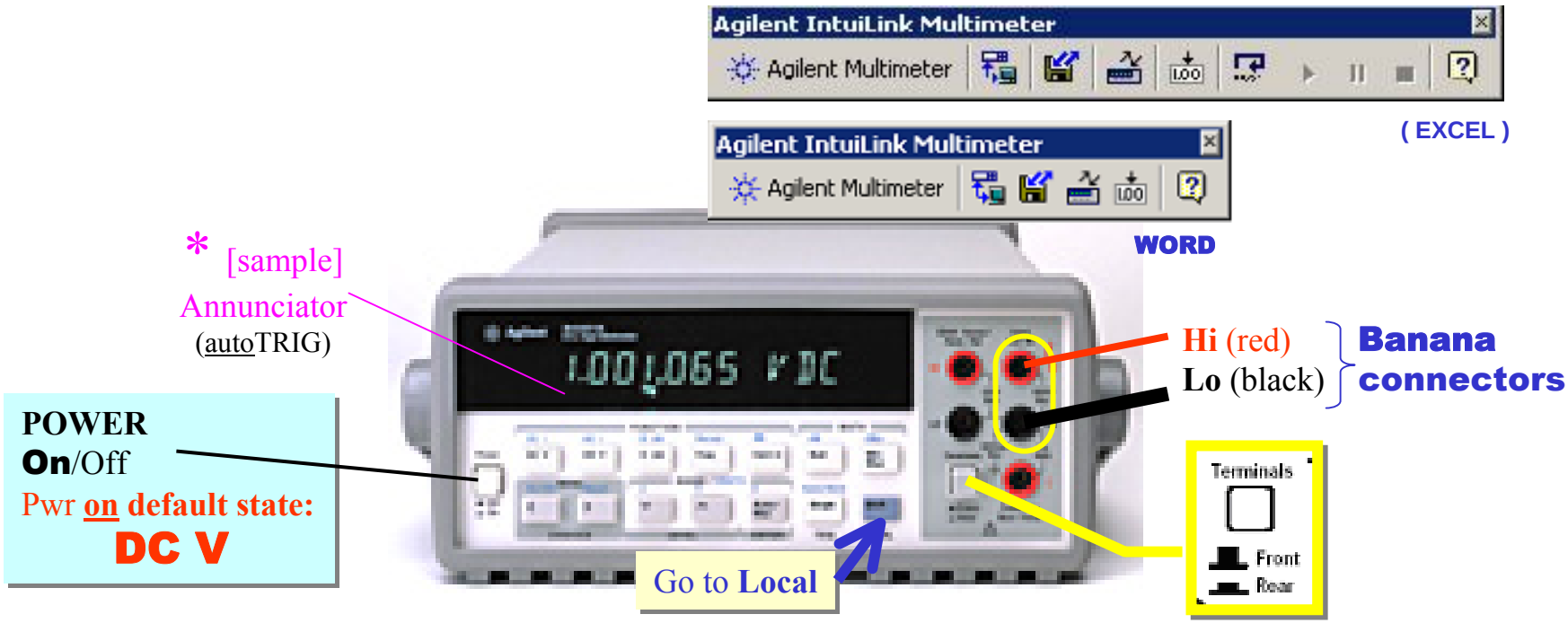
6.5 digit resolution (**!**); autoRanging; autoTrig

Voltage:V, Current:I, **Resistance: Ω** (2Wire, NULL feature, 4W)

True RMS AC volt and current (**ac coupled !**)

Frequency, period; **Math,** Data logging

GPIB, **IntuiLink: Toolbars**

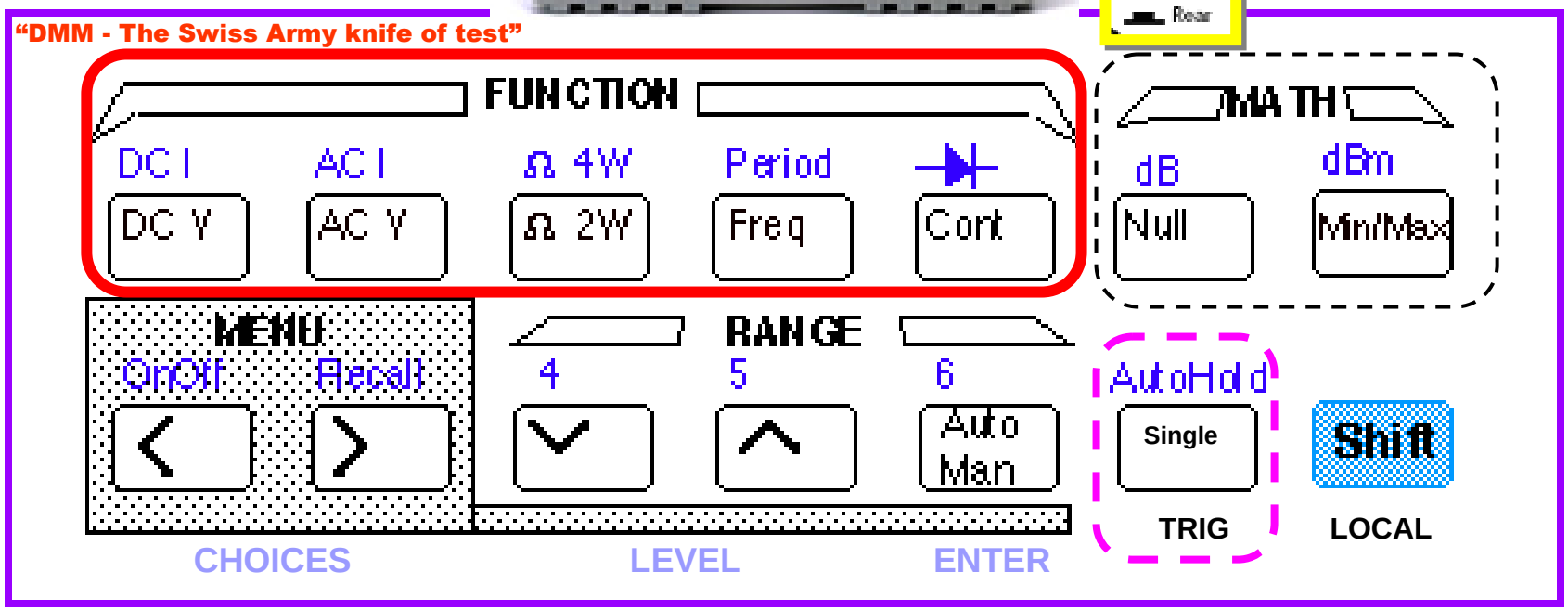


DMM - Front panel

❶ FUNCTION (default sate: DC V)

❷ RANGE (Auto/Man ∧ ∨), ❸ DIGITS (Shift 6/5/4; masking: < >), ❹ TRIGger (Auto)

❺ *Connection*



DMM - Basic functions

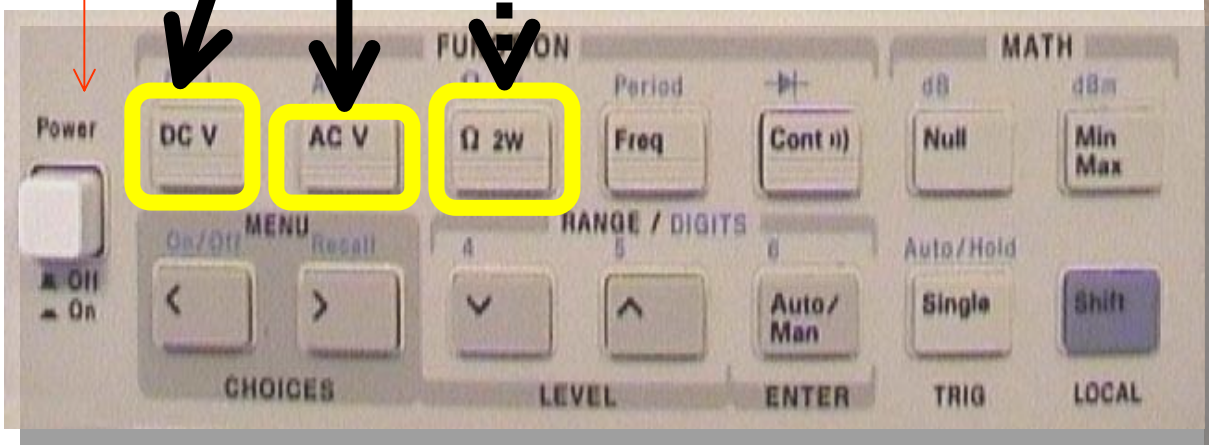
Egyenkomponens

DC: „direct current”
AC: ”alternating current”
V: volt (!!)

POWER
(Pwr **on**:
default state:
DC V)

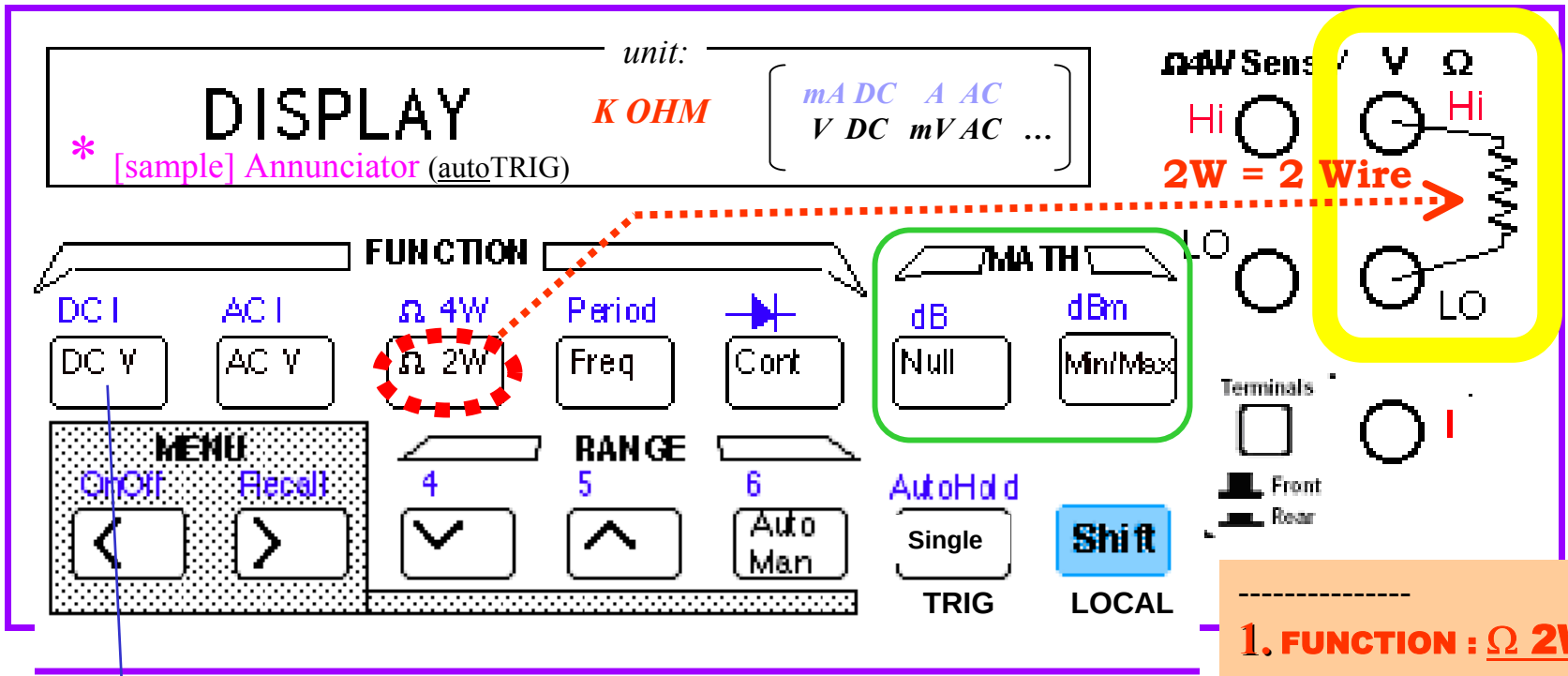
Egyenkomponens nélküli váltakozó jel valódi effektív értéke

Ellenállás (2Wire)



“DMM - The Swiss Army knife of test”

DMM - Ω 2W meas



BEkapcsolásnál ez aktív: **DC V**
(most meg kell **változtatni** !!)

a BEkapcsolási alaphelyzet **maradjon !!**

---

1. FUNCTION : Ω 2W

- RANGE (*auto*)
- Digits (**Shift** 4/5/6)
- TRIGger (*auto*)

---

2. Connection

♣ DMM - Szemléltető **példa: Ω 2W**

1. Két *összekötött* mérővezeték ellenállásának mérése ... (≈ 45 mΩ),

ezután

Math: **Null** (***Math*** annunciator turns on):
Ω 2W mérésnél a mérővezeték hatásának kompenzálása

(**2.** Saját *test-ellenállás* mérése ...)

egyszerűbb KÉZZEL begépelni az adatot ...

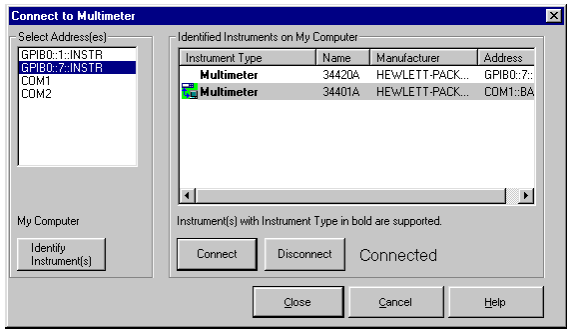
3. Dokumentálás: e-Jegyzőkönyv (**Word**)

DMM - WORD: Tools | Templates and Add-Ins… AgtMMtb.dot

(ha nem látszik → **View** | Toolbars : √)

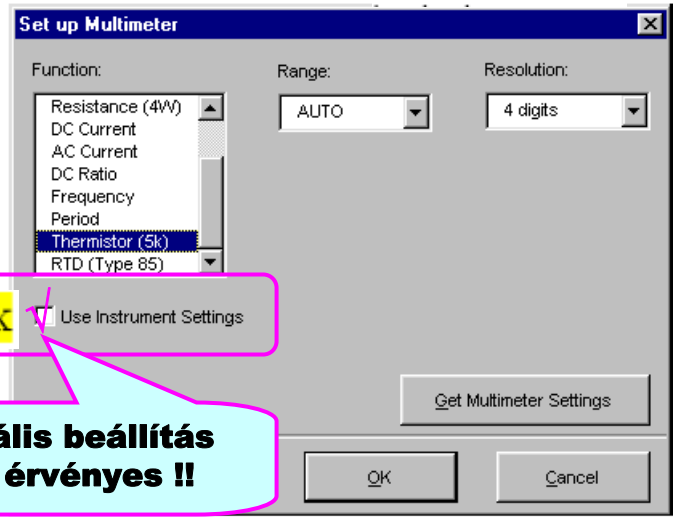
Agilent MultiMeter toolbar

Connect to Multimeter



GPIB address - **22**

Set Multimeter Functions for single readings,



A manuális beállítás legyen érvényes !!

Get Single Measurement

check **'With Engineering units'**,
do **NOT** check 'Do not show this dialog' !!

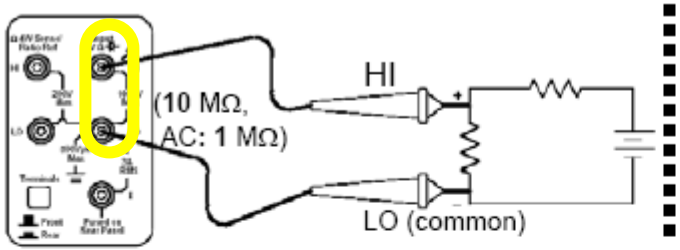
WORD

Save as … **G: drive !!**

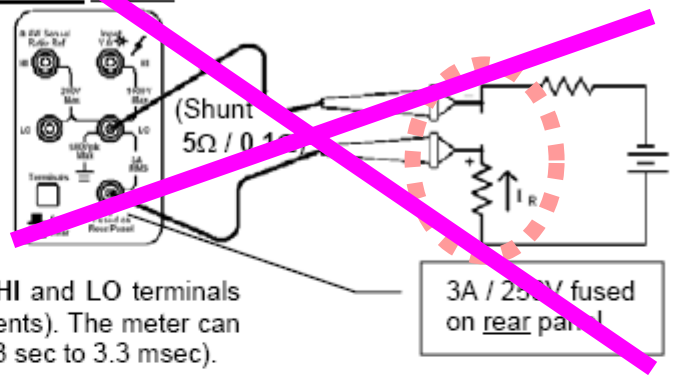
DMM Functions – Banana connectors

DC V, AC V:

Voltage measurement:



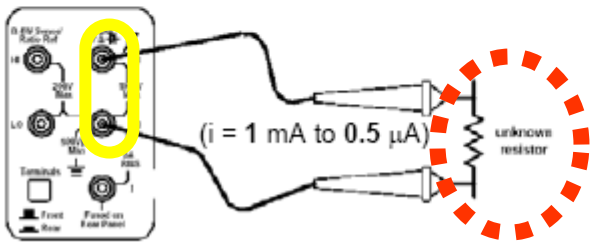
Current meas:

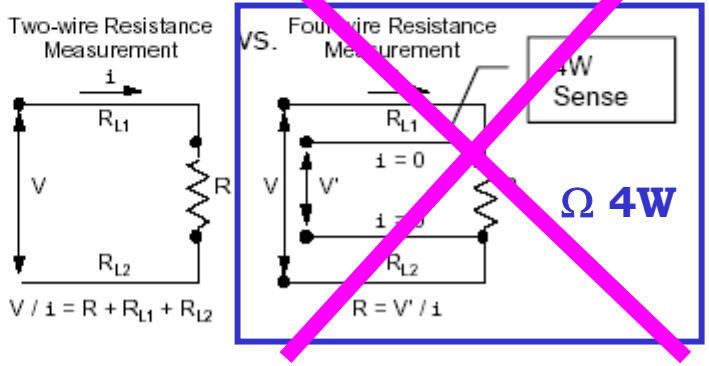


Note: to Measure **Frequency: F (or Period: T)** use the **HI** and **LO** terminals marked **1000 V Max** (as you would for voltage measurements). The meter can measure frequency from 3 Hz to **300 kHz** (period from 0.33 sec to 3.3 msec).

For frequency and period measurements, **ranging** applies to the signal's input voltage, not its frequency!

Ω 2W: **2 wire** (2W) **Resistance** meas:





NOTE: the measurement portion of DMM is **ISOLATED** from chassis (earth) ground !!

Üzemmód váltás előtt: vezetéket bontani (kivéve: DC V, AC V) !!

DMM - **DC V** (dc coupled)

Range (DIGITS) **vs.** Integration (**AVG**) time in PLCs

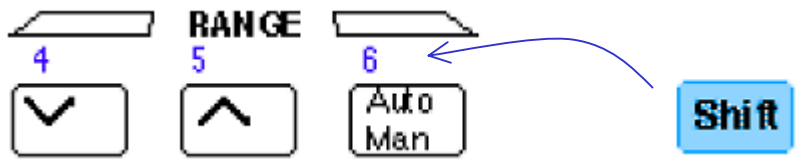
Resolution Choices	Integration Time
Fast 4 Digit	0.02 PLC
* Slow 4 Digit	1 PLC
Fast 5 Digit	0.2 PLC
* Slow 5 Digit *(default)*	10 PLC
* Fast 6 Digit	10 PLC
Slow 6 Digit	100 PLC

Fastest, least accurate

Do not provide power-line noise rejection

Slowest, ***most accurate***

* These settings configure the multimeter just as if you had pressed the corresponding "DIGITS" keys from the front panel.



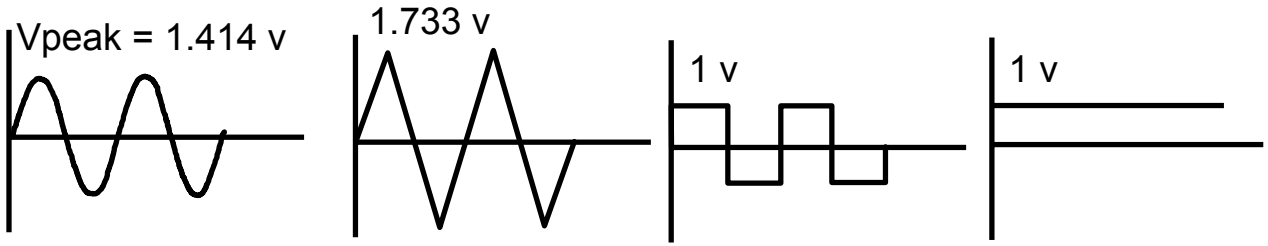
Integration time is specified in *number of power line cycles* (NPLCs). The choices are 0.02, 0.2, 1, **10**, or 100 power line cycles. *The default is 10 PLCs.*

DMM - **AC V** (true **RMS:** Root-Mean-Square, ac coupled)

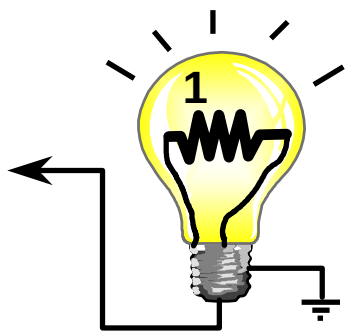
* RMS is a measure of a signal's average power

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T V^2(t)dt} = \sqrt{AVG(v^2)}$$

- **An AC Voltage with a given RMS value has the same heating (power) effect as a DC Voltage (with that same value)**
- All the following voltage waveforms (wfm's) have the *same* RMS value: **1**.000 VAC on an RMS meter



Sine	Triangle	Square	DC	wfm
1.414	1.733	1	1	Vpeak
1	**1**	**1**	**1**	**Vrms**



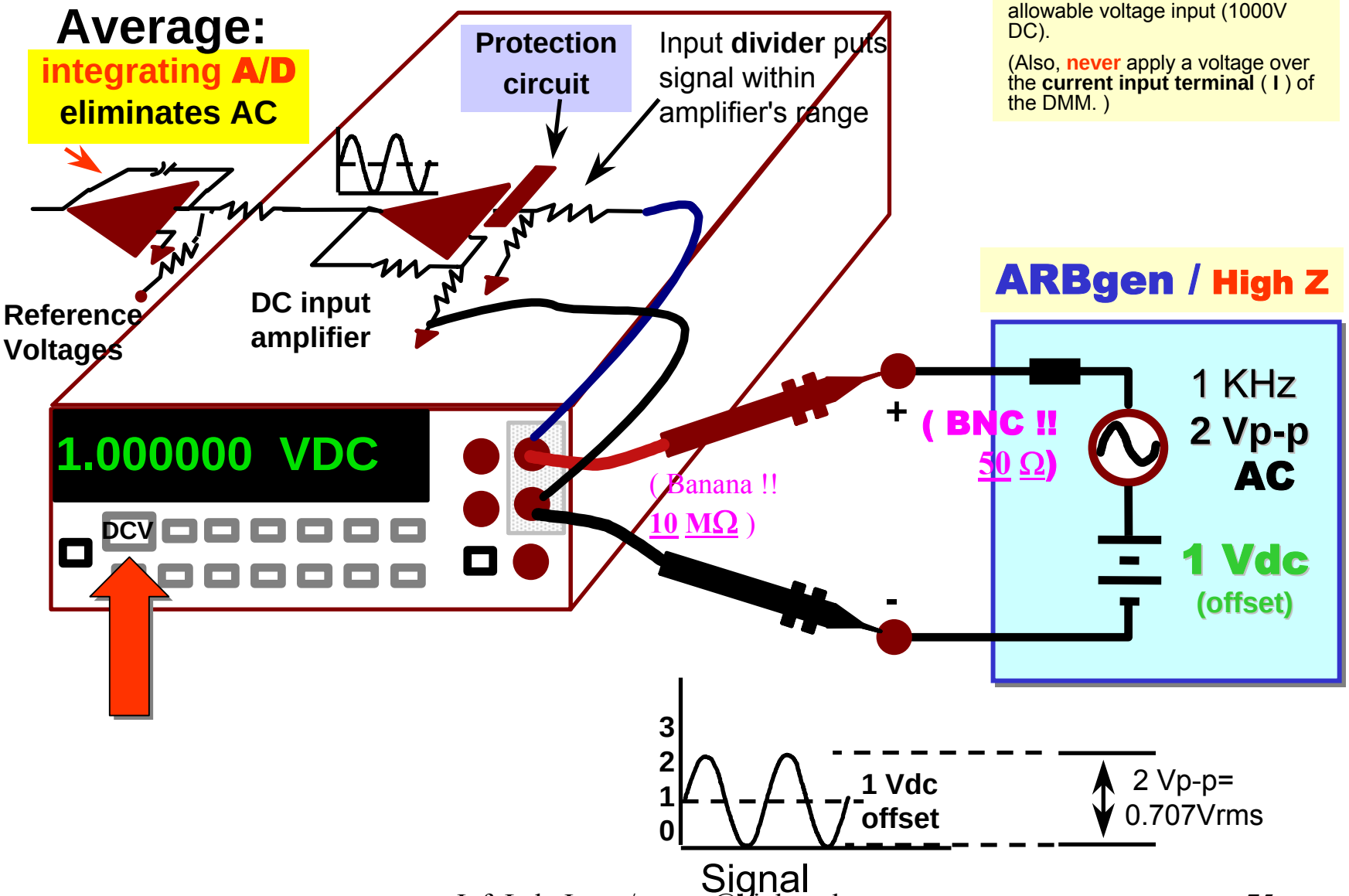
All = 1 WATT

ARB gen / DMM (1): Measuring DCV (dc coupled)

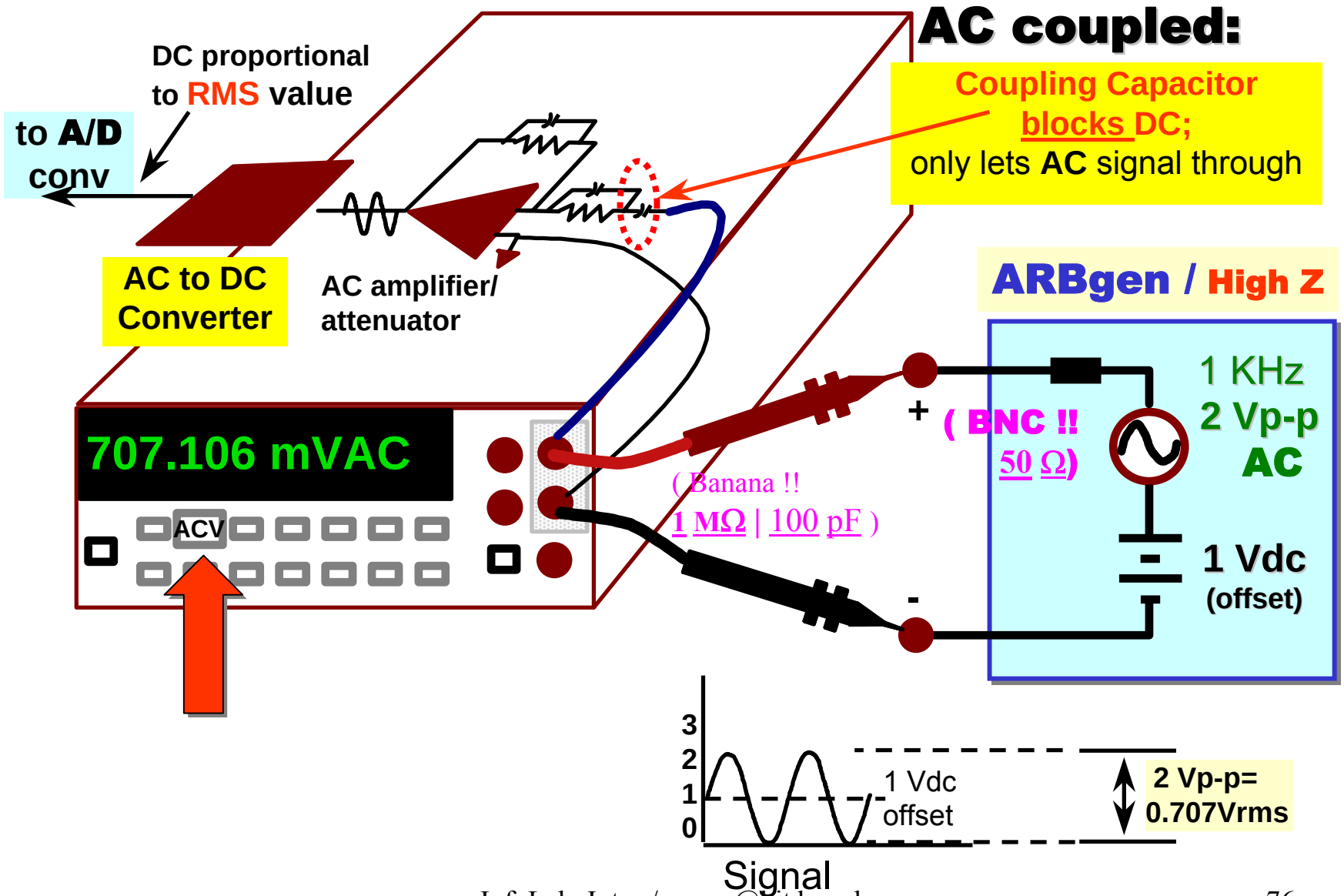
CAUTION:

Do not exceed the **maximum** allowable voltage input (1000V DC).

(Also, **never** apply a voltage over the **current input terminal** (**I**) of the DMM.)



ARBgen / DMM (2): Measuring ACV (true RMS, ac coupled)



mérőhely kikapcsolás

1. **Műszer(ek)** – *K.*/kapcs.
2. **Számítógép** (Win2K) – *Shut Down …*
   … és **megvárjuk (!)** , amíg az *aut.* kikapcsolás lefut
3. Mérőhely **táp-elosztó** – *K.*

… és rendet rakunk (kábelek, stb.)

A mérőkártyák adapterei NE maradjanak a konnektorban a mérés után (ne melegedjen a trafó) (!)

"I hear...I forget; I see...I remember; I do...I understand." - Confucius, c. 500 BC

In theory, there is no difference between theory and practice.

But, in practice, there is.

Jan L. A. van de Snepscheut