



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamosmérnöki Szak

Szűcs László

**MŰSZERISMERTETŐ SEGÉDLET**  
**a Laboratórium 2. c. tárgy méréseihez**

**BME VIK, 2008.**

Összeállította: Szűcs László

(Első kiadás)

egyetemi segédlet  
oktatási célra

Azonosító: 15509

**A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kara**

© BME VIK

A jelen dokumentumot a BME VIK Laboratórium 2 tárgy hallgatói jogosultak  
egy példányban kinyomtatni.

Minden egyéb felhasználás, a dokumentum vagy bármely részének  
másolása, továbbítása, terjesztése csak a szerzők előzetes írásbeli  
hozzájárulásával engedélyezett.

# Tartalomjegyzék

Bevezető az Agilent 4411B spektrumanalizátor használatához .....	5
Bevezető az Agilent 4430B szignálgenerátor használatához .....	14



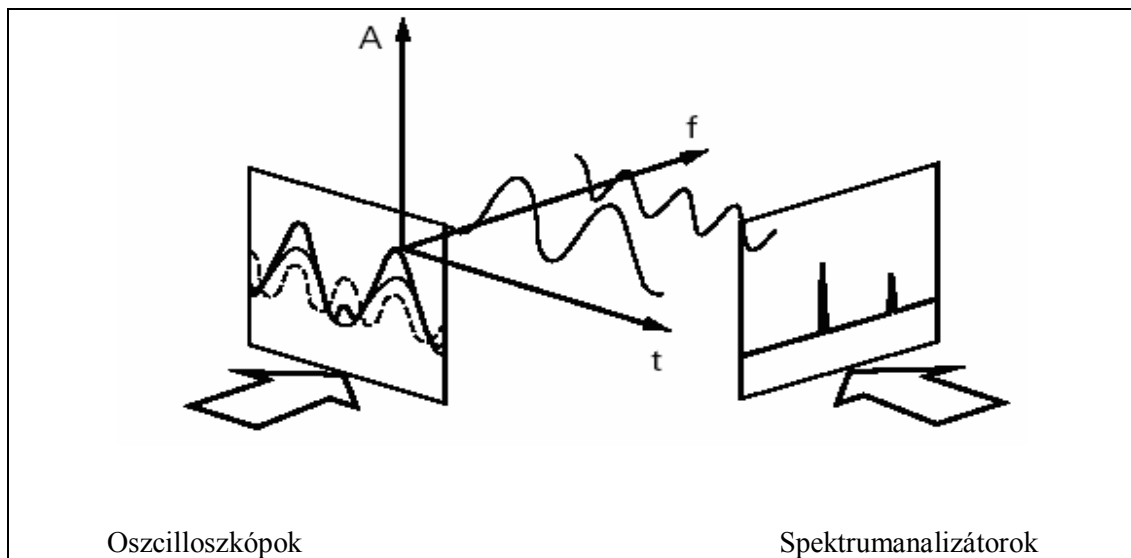
# Bevezető az Agilent 4411B spektrumanalizátor használatához

## Tartalom

1. Bevezetés .....	5
2. A spektrumanalizátor legfontosabb jellemzői.....	6
3. Alapfogalmak.....	7
4. A műszer kezelőszervei.....	8
5. Mérési tippek.....	10
6. Specifikáció.....	12
7. Irodalom.....	13

## 1. Bevezetés

Az Agilent 4411B spektrumanalizátor a bonyolultabb, sok beállítási lehetőséggel rendelkező spektrumanalizátorok közé tartozik. Felhasználhatósági területét leginkább az alábbi ábra szemlélteti.

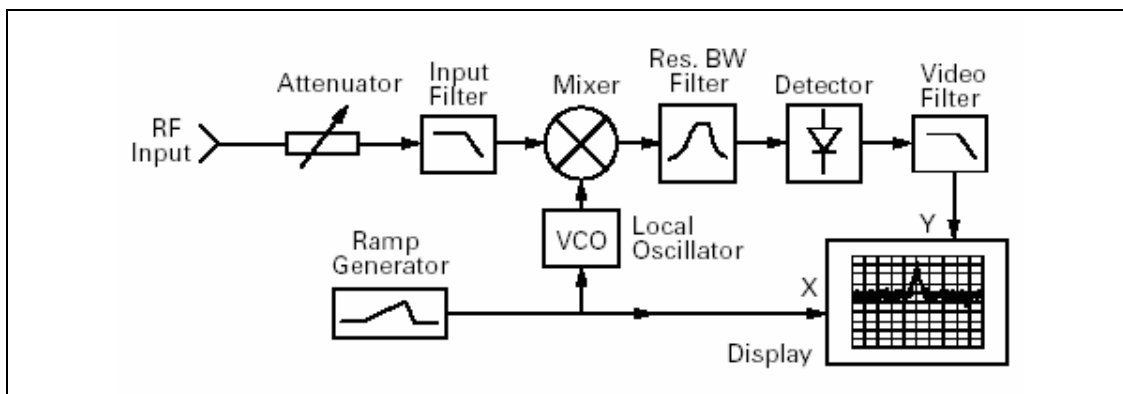


M1-1. ábra. A spektrumanalizátorok felhasználási területe

Az ábrán látható, hogy a spektrumanalizátor a frekvencia tartományban képes a jeleket megjeleníteni, ami főleg az oszcillátorok, modulátorok, demodulátorok, keverők stb. vizsgálatánál hasznos információ. Ugyancsak fontos szerepet kap a műszer a zajok és zavarok, és az elektromágneses kompatibilitás problémáinak mérésénél.

## 2. A spektrumanalizátor legfontosabb jellemzői

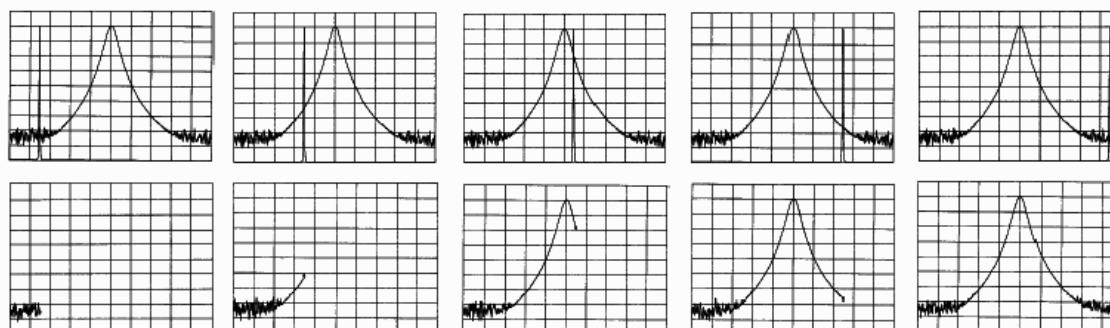
A műszer működését az alábbi egyszerűsített tömbvázlat alapján követhetjük:



M1-2. ábra. Spektrumanalizátor tömbvázlat

A spektrumanalizátor az ún. szuperheterodin vevőkészülékek családjába tartozik, felépítése hasonlít az egyszerű műsorvevő készülékekhez. A bemeneti csillapító (Attenuator) lehetővé teszi hogy széles bemeneti teljesítmény tartományban működhessen a műszer. A bemeneti aluláteresztő szűrő (Input Filter) a spektrumanalizátor működési frekvenciasávján kívüli jeleket nem engedi eljutni a többi fokozathoz. A keverő (Mixer), a feszültségvezérelt helyi oszcillátor (VCO Local Oscillator) jelével egy középfrekvenciás jelet állít elő, ami a bemeneti jel frekvenciabeli eltolásának felel meg. A helyi oszcillátor frekvenciáját egy fűrészjel generátor (Ramp generator) segítségével folyamatosan változtatjuk, a beállított frekvenciatartományt végig hangolva. Az állítható szélességű sávszűrő áramkörön (Res BW Filter) keresztül a lekevert jeleknek csak egy keskeny frekvenciasávja kerül a detektorra. A detektor után a videó szűrő kimenetén megjelenő demodulált jel vezérli a kijelző Y irányú eltérítését. Az X irányú eltérítés a fűrészgenerátor jelével, vagyis a frekvenciával arányos.

A következő ábrán látható ahogy egy darab szinuszos bemeneti jel esetén felrajzolódik a spektrumanalizátor képernyőjére a mérés eredménye. Az ábráról jól látható hogy az eredeti egy darab spektrumvonal helyett a Res BW filter áteresztő tartományának képe jelenik meg a bemeneti frekvenciának megfelelő értéknél.



M1-3. ábra. Egy szinuszos jel megjelenítése a spektrumanalizátoron

### 3. Alapfogalmak

Az alábbi fogalmak jelentése leolvasható a 4.ábráról

**Start Freq:** a sweep kezdő frekvenciája

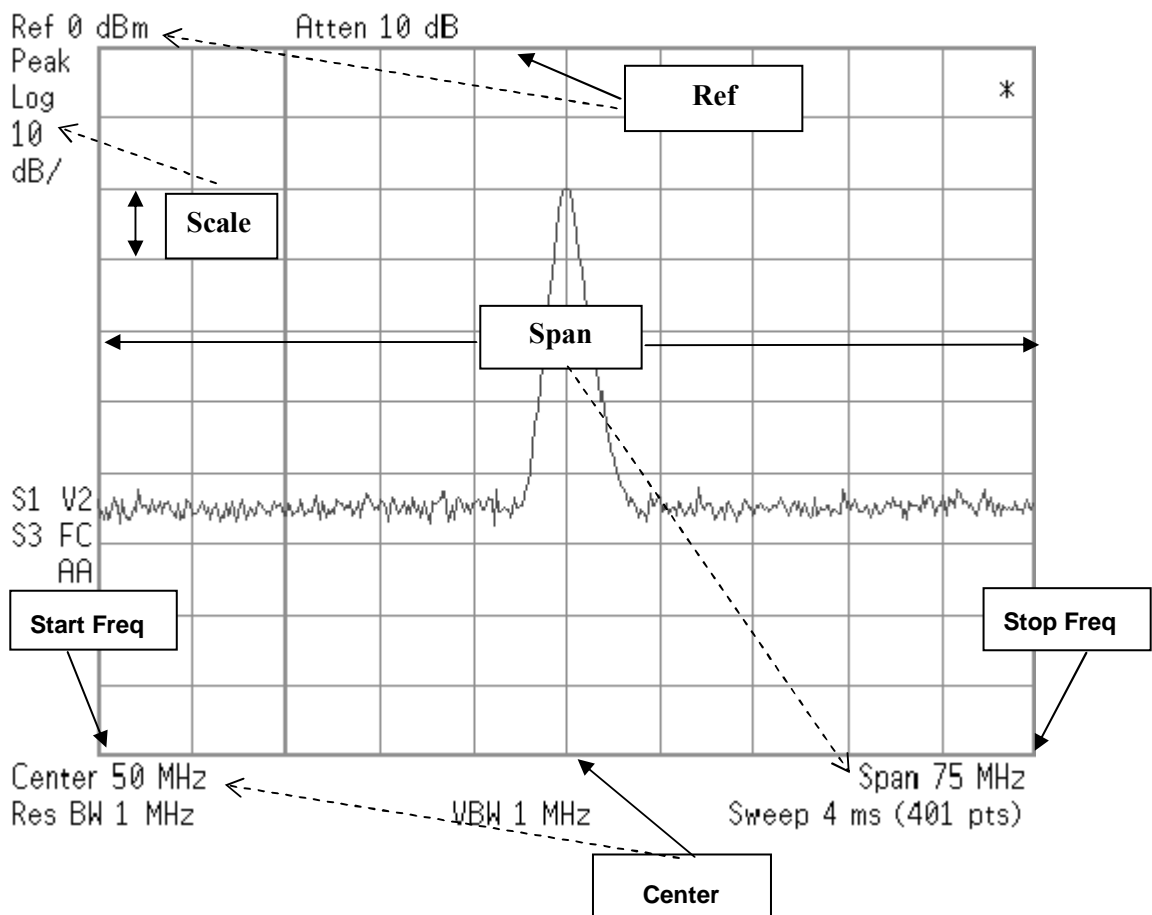
**Stop Freq:** a sweep vég frekvenciája

**Center :** a sweep közép frekvenciája  $(\text{Start Freq} + \text{Stop Freq}) / 2$

**Span:** a sweep hossza  $(\text{Stop Freq} - \text{Start Freq})$

**Ref :** referencia szint dBm (50 Ohm)

**Scale:** skálaosztás dB (logaritmikus)



M1-4. ábra. Alapfogalmak szemléltetése a spektrumanalizátor működésének megértéséhez

**Res BW:** az M1-2. ábra Res BW Filter-ének 3 dB-es sávszélessége

**VBW:** az M1-2. ábra Video Filter-ének 3 dB-es sávszélessége

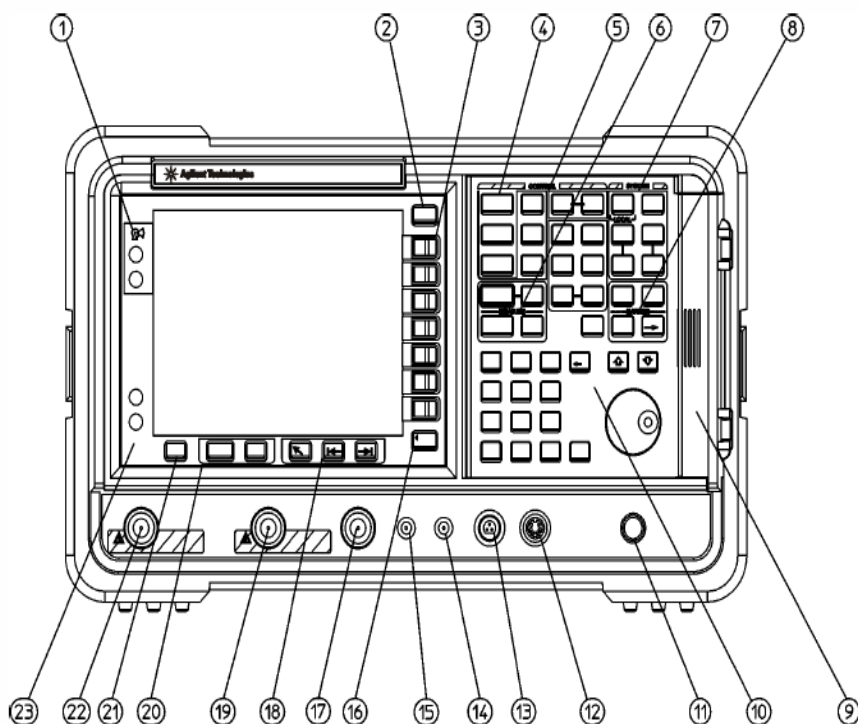
**Sweep:** az M1-2. ábra fűrészel generátorának felfutási ideje

**Atten:** az M1-2. ábra bemeneti csillapítójának aktuális értéke

**Peak :** a mérésnél használt detektor típusa

#### 4. A műszer kezelőszervei

A műszer alapjában digitális egységekből áll, így ennek megfelelően a kezelőszervek nincsenek közvetlen kapcsolatban valamely fizikai mennyiség megváltoztatásával. A főleg digitális egységeket használó műszereknek az egyszerű programozhatóság miatt általában több a beállítási lehetősége is, emiatt természetesen a használatuk is bonyolultabb. A kezelőszervek között említést érdemelnek a választógombok (soft-key). Ezen gombok funkcióját a képernyőn megjelenő aktuális menüpont tartalmazza, nincs általános funkciójuk.



M1-5. ábra. A műszer előlapja

1. **Viewing Angle:** a képernyő látószögét állítja.
2. **Escape:** megállítja a folyamatban lévő műveletet, megszakítja a nyomtatást, törli a képernyő alján lévő hibüzenetet.
3. **Menu Softkey:** felirat nélküli gombok a képernyő mellett. Az analízátor feliratos gombjait megnyomva a képernyő szélén jelenik meg az aktuálisan a menügombra érvényes művelet címkéje.
4. **FREQUENCY Channel, SPAN X Scale és AMPLITUDE Y Scale:** három nyomógomb az analízátor alapfunkcióit beállító menük megjelenítéséhez.
5. **CONTROL** csoport: billentyűivel az analízátor beállításához szükséges funkciókat választhatjuk ki. A megfelelő gomb megnyomása után megjelenő menükben megváltoztathatjuk pl. a felbontási sáv szélességet (BW/AVG - resolution bandwidth), a swepeleési időt (Sweep - sweep time), stb.

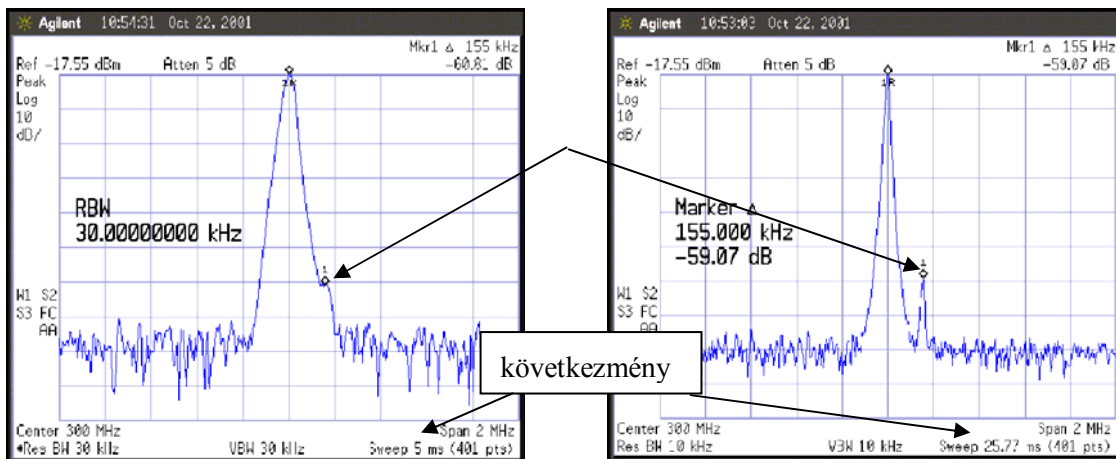


6. **MEASURE** csoport: billentyűi lehetővé teszik a gyakran használt mérések automatikus végrehajtását, illetve lehetőséget adnak további mérési funkciók használatára.
7. **SYSTEM** csoport: nyomógombjai az analizátor rendszer szintű funkcióit kapcsolják be (system, file, save, print menük) , biztosítják a távvezérelt üzemmódból kézi üzemmódba való átkapcsolást ( **LOCAL** gomb), illetve a gyártási alaphelyzetbe kapcsolást (PRESET).
8. **MARKER** csoport: nyomógombjai lehetővé teszik hogy a képernyőn megjelenő markerek segítségével a grafikus adatokból tetszőleges helyen numerikus mérési eredményeket olvassunk le.
9. Az ajtó mögött található a floppy meghajtó és a fejhallgató csatlakozó.
10. **Data Control Keys:** csoport – a léptető gombok, a forgatógomb, és a numerikus billentyűzet az adatok bevitelét és egyéb műveletek elvégzését teszik lehetővé. A számértékek beadása után a képernyőn megjelenő mértékegységek közül kell a az aktuálisan megfelelőt kiválasztani.
11. Nem használjuk a mérés során.
12. Nem használjuk a mérés során.
13. Nem használjuk a mérés során.
14. Nem használjuk a mérés során.
15. Nem használjuk a mérés során.
16. **RETURN:** lezárja az adatbevitelt, illetve visszaléptet a képernyő menüben.
17. Nem használjuk a mérés során.
18. **Tab Keys** – tabulátor a táblázatos menükben való léptetéshez.
19. **INPUT 50Ω:** bemeneti csatlakozó (N tip. 50 Ohm RF csatlakozó)

**FIGYELEM!** A bemeneti határadatok (50 Vdc, +15 dBm/50 Ohm RF) átlépése az analizátor meghibásodását okozza, ezért túllépésük SZIGORÚAN TILOS!

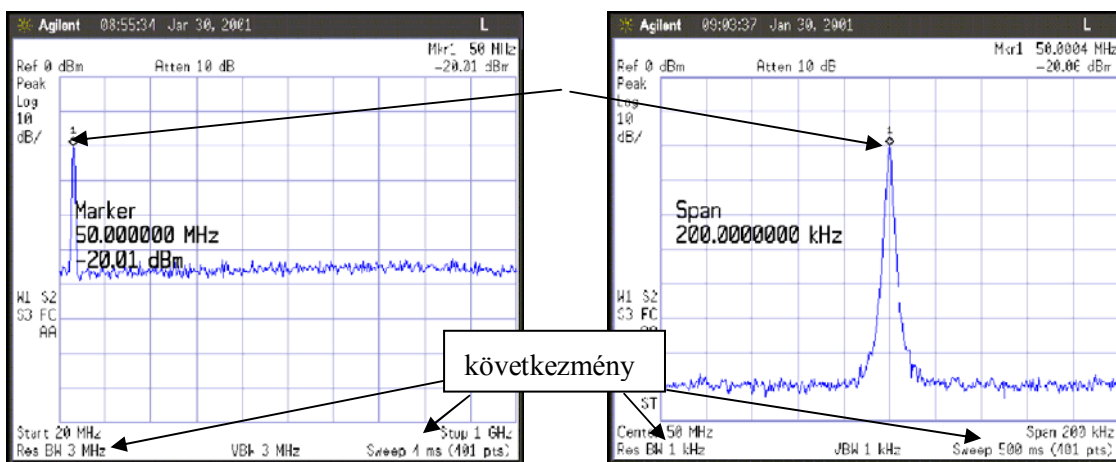
20. **Next Window, Zoom:** képernyő beállítások.
21. **Help:** a gomb megnyomása után megnyomott funkcióbillentyű rövid ismertetője jelenik meg a képernyőn. Kikapcsolása bármelyik gomb megnyomásával lehetséges.
22. Nem használjuk a mérés során.
23. **On, Standby:** bekapcsolás, illetve készenléti állapotba kapcsolás.  
**Nem hálózati kapcsoló!**

## 5. Mérési tippek



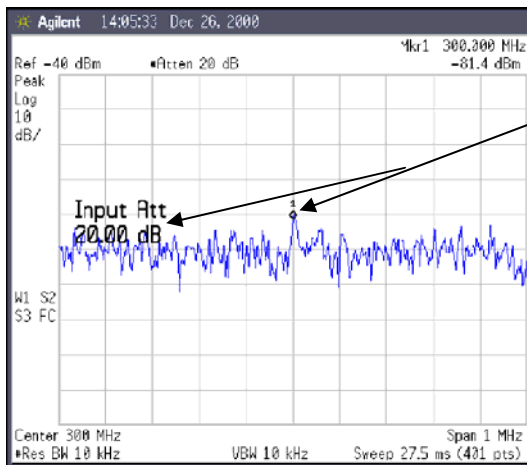
Nagyszintű jel mellett nem látjuk a közeli kis jeleket.

Csökkentjük a Res BW sávszélességet amíg a jelek megkülönböztethetőek lesznek.

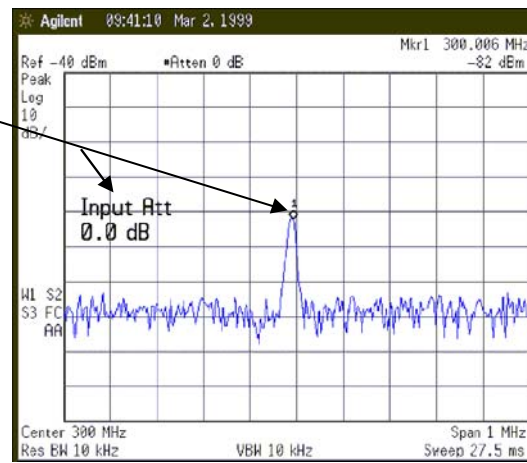


Túl kevés mintavételi pont van a vizsgálandó jelen.

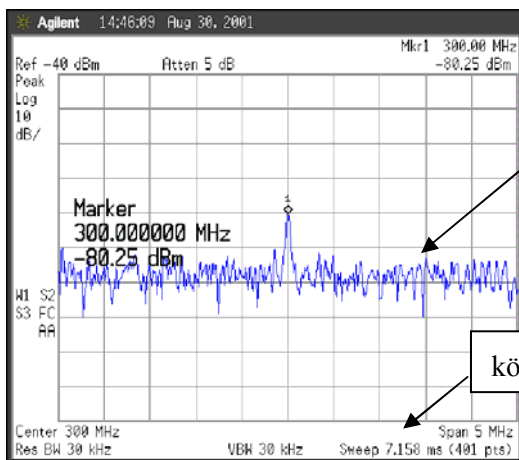
Állítsuk a Center Freq-t a jel frekvenciára és csökkentjük a Span-t.



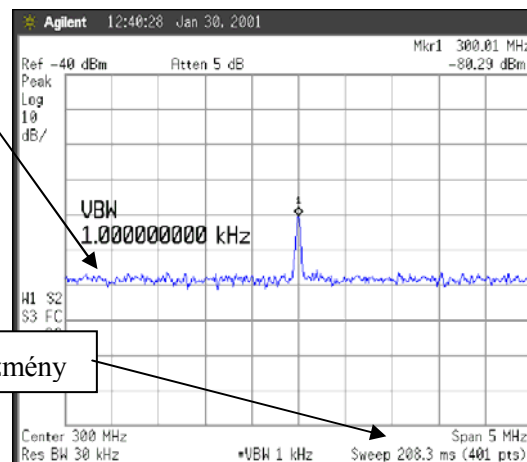
A zaj elnyomja a hasznos jelet .



Csökkentsük a bemeneti csillapítást.



Túl nagy az alapzaj



Csökkentsük a Video BW sávszélességet, vagy kapcsoljuk be a videó átlagolást.

következmény

## 6. Specifikáció

Csak az alapvető adatokat ismertetjük, részletesen megtalálható a 2. irodalomban.

### **FREQUENCY specifications**

- Frequency range 9 kHz to 1.5 GHz.

### **Frequency readout accuracy**

- (Start, stop, center, marker)  $\pm(\text{frequency readout} \times \text{frequency reference error} + 0.75\% \text{ of span} + 15\% \text{ of RBW} + 10 \text{ Hz} + 1\text{Hz})$ .

### **Frequency SPAN**

- Range 0 Hz (zero span),
- 100 Hz to 1.5 GHz,
- Accuracy  $\pm 1\%$  of span.

### **SWEEP time**

- Range 4 ms to 4000 sec.,
- Accuracy  $\pm 1\%$ .

### **RESolution BandWidth**

- 1 kHz to 5 MHz ( $-3\text{dB}$ ) in 1-3-10 sequence,
- 9 kHz and 120 kHz ( $-6\text{dB}$ ) EMI.

### **Video BandWidth range**

- 30 Hz to 1 MHz in 1-3-10 sequence.

### **AMPLITUDE specifications**

#### **Absolute amplitude accuracy**

- Overall amplitude accuracy  $\pm(0.6 \text{ dB} + \text{absolute frequency response})$ ,
- 20 to 30 °C,

#### **Measurement range**

- Displayed average noise level to maximum safe input level,
- Input attenuator range 0 to 60 dB, in 5 dB steps.

#### **Reference level**

- Range  $-149.9 \text{ dBm}$  to maximum mixer level + attenuator setting

- Resolution

Log scale  $\pm 0.1 \text{ dB}$

Linear scale  $\pm 0.12\%$  of reference level

#### **Maximum safe input level**

- Average continuous power ( $\geq 15 \text{ dB}$  attenuation)  $+30 \text{ dBm}/50 \text{ Ohm}$  (1 W),
- Peak pulse power ( $\geq 15 \text{ dB}$  attenuation)  $+30 \text{ dBm}/50 \text{ Ohm}$  (1 W).

#### **1 dB gain compression**

- (total power at input mixer) 0 dBm.

(Mixer power level (dBm) = Input power (dBm) – Input attenuator (dB))

**Display range**

- Log scale 0.1, 0.2, 0.5 dB/division,
- 1 to 20 dB/division in 1 dB steps,
- 10 divisions displayed,
- RBW .1 kHz calibrated 0 to –85 dB from reference level.

**Front panel conector**

Type N(f) 50 Ohm

**GPIB interface**

IEEE-488 bus connector

## 7. Irodalom

- [1] Getting Started Guide, Agilent Technologies ESA Series Spectrum Analyzers
- [2] Measurement Guide and Programming Examples, Agilent Technologies ESA Series Spectrum Analyzers

# Bevezető az Agilent 4430B szignálgenerátor használatához

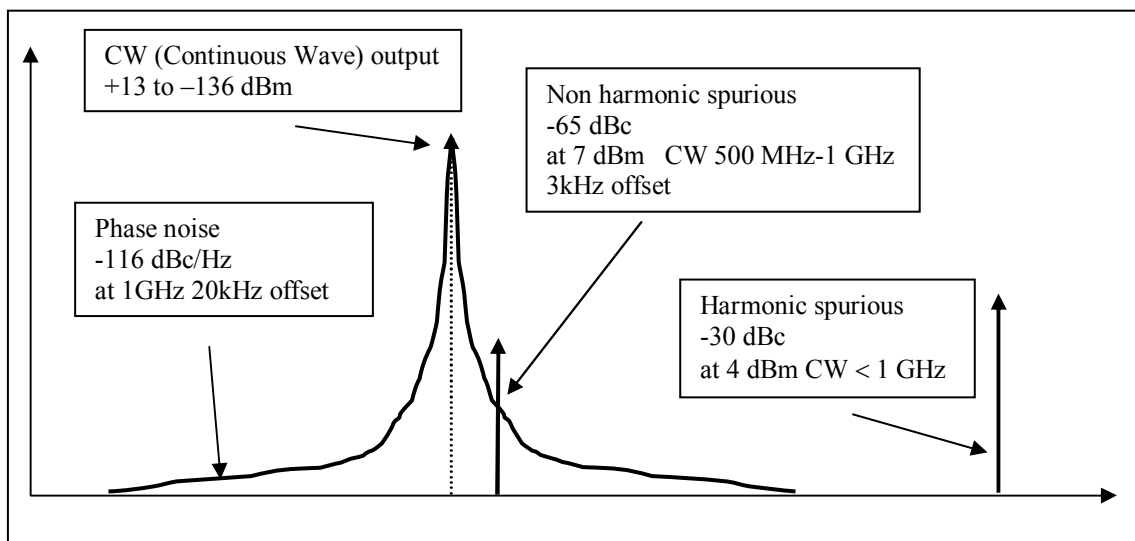
## Tartalom

1. Bevezetés.....	14
2. A szignálgenerátor legfontosabb jellemzői.....	15
3. Alapfogalmak.....	15
4. A műszer kezelőszervei.....	17
5. Mérési tippek .....	19
6. Specifikáció .....	21
7. Irodalom .....	22

## 1. Bevezetés

Az Agilent 4430B szignálgenerátor az ún. digitális vektor jel generátorok közé tartozik. Ezek a generátorok a beépített IQ modulátorok segítségével, megfelelő tartozékokkal képesek a modern távközlésben használt komplex modulált jelek előállítására. Természetesen a hagyományos analóg generátorok szolgáltatásait is biztosítják:

- nagy jeltisztaság és szintstabilitás,
- széles kimeneti teljesítmény tartomány,
- amplitúdó, frekvencia, fázis, és pulzus modulálhatóság.

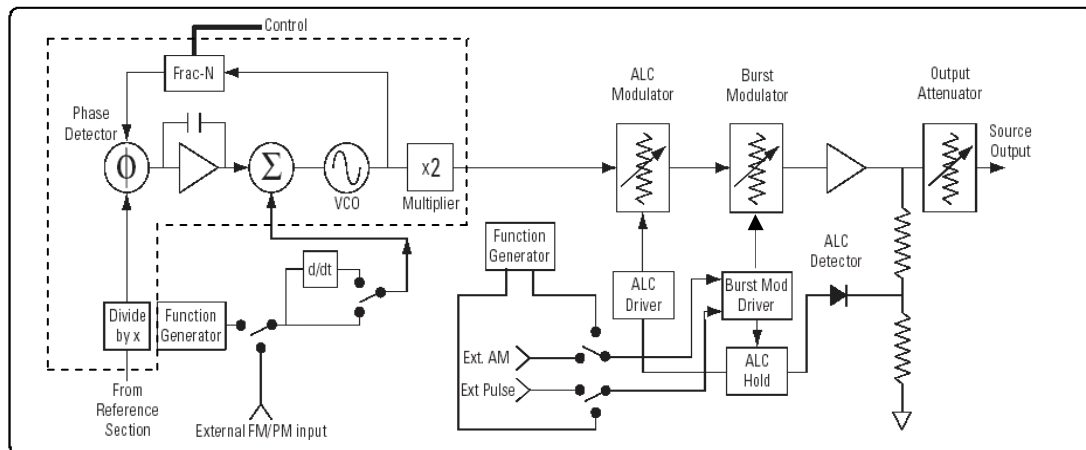


M2-1. ábra. A szignálgenerátor kimeneti spektrumának főbb jellemzői

Az M2-1. ábrán láthatók a generátor kimeneti spektrumának főbb jellemzői. A dBc a jelre (carrier-vivő) vonatkoztatott érték (dB relative to carrier).

## 2. A szigénálgenerátor legfontosabb jellemzői

A műszer működését az alábbi egyszerűsített tömbvázlat alapján követhetjük:



M2-2. ábra. A szigénálgenerátor tömbvázlata

A szinuszos (CW-Continuous Wave) kimeneti jelet az ábrán szaggatott vonallal bekeretezett részegységek állítják elő. Ez egy ún. tört osztásarányú szintézer vagy ahogy az angol nyelvű szakirodalomban találkozhatunk vele: "fractional-N" szintézer. Ennél adott frekvenciafelbontás mellett jóval nagyobb lehet a referenciafrekvencia, mint a hagyományos indirekt szintézernél, ami gyorsabb frekvenciaváltást tesz lehetővé és kisebb fáziszajt eredményez, viszont hátránya a periodikus zavarjelek keletkezése. A külső és belső frekvencia (FM) ill. fázis (PM) modulálás a feszültségvezérelt oszcillátor (VCO) vezérlésével történik. Az automatikus szintszabályozás (ALC) biztosítja a kimenő jel szintjének stabilitását. A külső és belső amplitúdó (AM) ill. impulzus (Pulse) modulációt a Burst modulátor teszi lehetővé. A kimeneti csillapítóval (Output Attenuator) a kimeneti jelszint változtatható széles teljesítmény tartományban. A beépített függvény generátorok (Function Generator) a különböző jelalakokkal (sine, square, ramp, triangle, pulse, noise) széles moduláló frekvencia tartományban képesek moduláló jelet előállítani. A szintézer megfelelő vezérlésével sweep üzemmód is beállítható.

## 3. Alapfogalmak

### CW-Continuous Wave

#### **Carrier Frequency**

A modulált jel vivőfrekvenciája.

#### **Power Level**

A kimenő jel teljesítménye.

## **Modulation**

### **AM Depth**

Amplitúdó modulációnál a modulációs mélység %-ban (0.1 - 100%).

### **AM Rate**

Amplitúdó modulációnál a modulációs frekvencia (0.1 Hz - 10 kHz / 50 kHz szinusz).

### **FM Deviation**

Frekvencia modulációnál a frekvencia löket.

Carrier Frequency	N	Maximum Peak Deviation
250 kHz to ≤ 249.999 MHz	1	10 MHz
> 249.999 MHz to ≤ 500 MHz	0.5	5 MHz
> 500 MHz to ≤ 1 GHz	1	10 MHz

### **FM Rate**

Frekvencia modulációnál a modulációs frekvencia (0.1 Hz - 10 kHz négyszög/ 50 kHz szinusz).

### **ΦM Dev**

Fázis modulációnál a fázis löket.

### **ΦM Rate**

Frekvencia modulációnál a modulációs frekvencia.

Mode	Maximum Deviation	Maximum Rates (3 dB BW)	
		ΦM Path 1	ΦM Path 2
Normal	$N^1 \times 90$ radians	100 kHz	100 kHz
High Bandwidth	$N \times 2\pi$ radians	1.5 MHz (typical)	1 MHz (typical)
	$N \times \pi/2$ radians	6 MHz (typical)	1 MHz (typical)

Carrier Frequency	N
250 kHz to ≤ 249.999 MHz	1
> 249.999 MHz to ≤ 500 MHz	0.5
> 500 MHz to ≤ 1 GHz	1

### **Pulse Period**

Pulzus modulációnál a moduláló jel periódusideje (16 μs - 30 s).

### **Pulse Rate**

Pulzus modulációnál a modulációs frekvencia (0.1 Hz - 50 kHz).

### **Pulse Width**

Pulzus modulációnál a moduláló jel hossza (8 μs - 30 s).



**Sweep****Step Sweep**

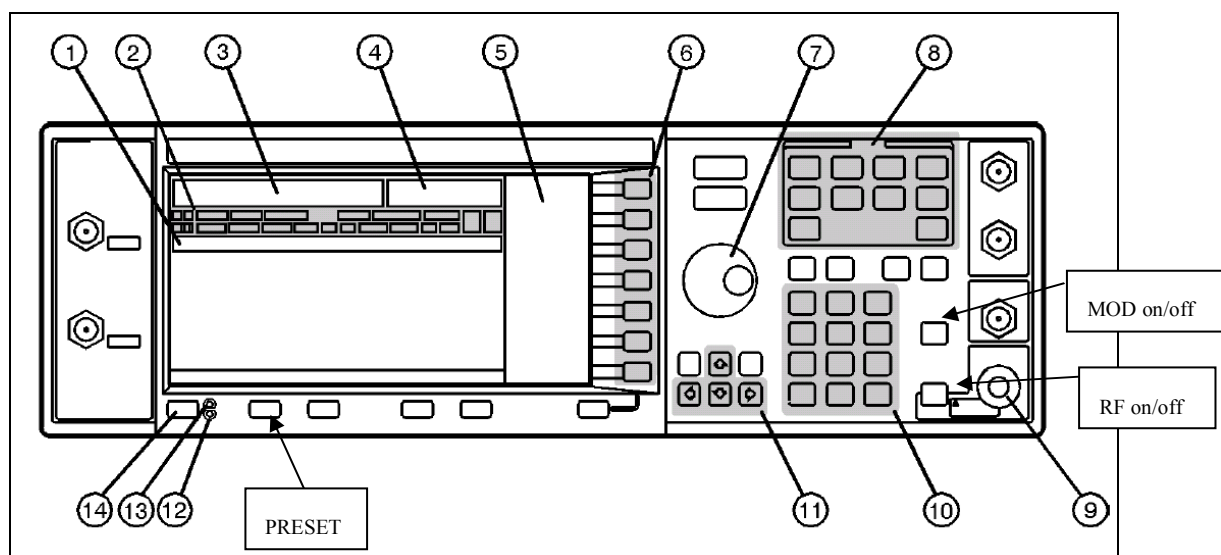
A kezdeti és a végérték között folyamatosan változtatja a frekvenciát és/vagy az amplitúdót. A lépésköz egyenletes.

**List Sweep**

Előre megadott lista szerint változtatja a frekvenciát és/vagy az amplitúdót. A lépésköz tetszőlegesen beállítható.

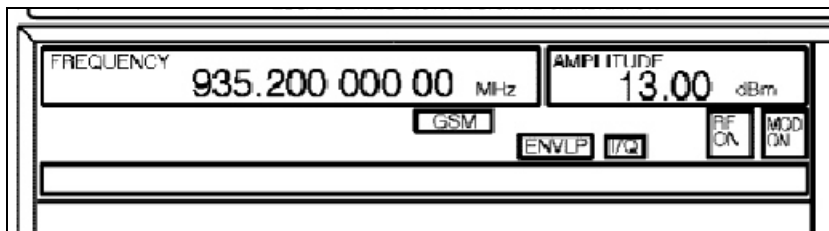
**4. A műszer kezelőszervei**

A műszer alapjában digitális egységekből áll, így ennek megfelelően a kezelőszervek nincsenek közvetlen kapcsolatban valamely fizikai mennyiség megváltoztatásával. A főleg digitális egységeket használó műszereknek az egyszerű programozhatóság miatt általában több a beállítási lehetősége is, emiatt természetesen a használatuk is bonyolultabb. A kezelőszervek között említést érdemelnek a választógombok (softkey). Ezen gombok funkcióját a képernyőn megjelenő aktuális menüpont tartalmazza, nincs általános funkciójuk.



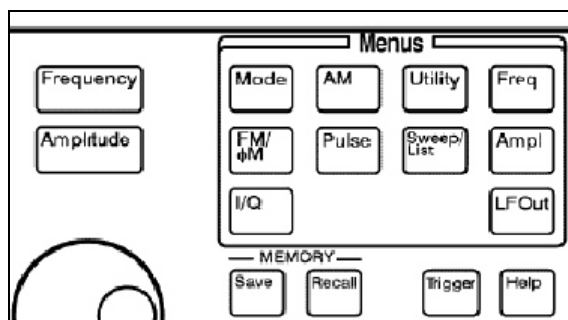
M2-3. ábra. A műszer előlapja

1. Active Entry Area: Az aktuálisan bekapcsolt funkció látható az ablakban.
2. Annunciators: Ebben az ablakban a generátor különböző funkcióinak aktuális állapota látható.
3. Frequency Area: A beállított CW frekvencia kijelzője.
4. Amplitude Area: A beállított kimeneti teljesítmény kijelzője.



M2-4. ábra. A műszer kijelzője

5. Softkey Labels: Az analízátor feliratos gombjait (hardkey) megnyomva a képernyő szélén jelenik meg az aktuálisan a menü gombra érvényes művelet címkéje.
6. Softkeys: Felirat nélküli gombok a képernyő mellett. A Softkey Labels aktuális címkéjének megfelelő a funkciójuk.
7. Knob: Forgatógomb a számértékek növelésére, csökkentésére.
8. Menu Keys (hardkey): Ezekkel a gombokkal lehet a generátor funkcióit bekapcsolni. Megnyomásuk után a (Softkey Labels) ablakban megjelenik az aktuális menü.



M2-5. ábra. A menü

9. RF Output Connector: N típusú 50 Ohm-os csatlakozó a RF kimenet számára.
10. Numeric Keypad: Klaviatúra a számértékek beviteléhez.
11. Arrow Keys: A le, fel léptető gombok a számértékeket növelik ill. csökkentik. A képernyőn a le, fel, jobb, bal léptető gombok a cursort mozgatják.
12. Standby LED: Készenléti állapot jelző LED.
13. Line Power LED: Bekapcsolt állapot jelző LED.
14. Power Switch: Bekapcsolás, illetve készenléti állapotba kapcsolás.

**Nem hálózati kapcsoló!**

**FIGYELEM! A csatlakozókon a határadoatok( 50 V DC , 25 W / 50 Ohm AC ) átlépése a generátor meghibásodását okozza, ezért túllépésük SZIGORÚAN TILOS!**

## 5. Mérési tippek

Minden új beállítás előtt nyomja meg a **PRESET** gombot!!!!

### 1. AM

**Amplitúdó modulált jel előállítása a belső függvény generátorral.**

#### **Carrier Frequency beállítása**

Nyomja meg a **F**requency gombot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

#### **Jelszint beállítása**

Nyomja meg a **A**mplitude gombot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

#### **AM Depth beállítása**

Nyomja meg a **A**M gombot.

A softkey menüben válassza ki **A**M Depth pontot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

#### **AM Rate beállítása**

Nyomja meg a **A**M gombot.

A softkey menüben válassza ki **A**M Rate pontot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

Ha nem szinuszos moduláló jelet szeretne, válassza a softkey menüben az **A**M Waveform pontot és a megjelenő menüben a kívánt hullámformát.

#### **A moduláció bekapcsolása**

Válassza az **A**M menü **A**M Off On softkey-t.

Nyomja meg az előlapon a **R**F On/Off gombot a generátor kimeneti jelének engedélyezéséhez.

### 2. FM

**FSK modulált jel előállítása a belső függvény generátorral.**

#### **Carrier Frequency beállítása**

Nyomja meg a **F**requency gombot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

### Power Level beállítása

Nyomja meg a **Amplitude** gombot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

### FM Deviation beállítása

Nyomja meg a **FM** gombot.

A softkey menüben válassza ki **FM Deviation** pontot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

### FM Rate beállítása

Nyomja meg a **FM** gombot.

A softkey menüben válassza ki **FM Rate** pontot.

A numerikus billentyűzeten írja be a kívánt értéket és a softkey menüben válassza ki a megfelelő mértékegységet.

### FM Waveform beállítása

A softkey menüben válassza ki **FM Waveform** pontot és a megjelenő menüben **Square** hullámformát.

### A moduláció bekapcsolása

Válassza az **FM** menü **FM Off On** softkey-t!

Nyomja meg az előlapon a **RF On/Off** gombot a generátor kimeneti jelének engedélyezéséhez.

Az **LF OUTPUT** kimeneten **LF Out-> LF Out Source-> Internal Modulation** beállítással, és a kimenet **LF Out-> LF Out Off On** művelettel való bekapcsolásával a moduláló jel jelenik meg.

## 3. Bitsorozattal modulált FSK jel előállítás List Sweep üzemmódban

A generátor List Sweep üzemmódjában maximum 401 db, 1ms-60s között választható hosszúságú időrésben tetszőleges frekvenciájú és amplitúdójú jel előállítását programozhatjuk be. Az időrészek hosszát *Nx1ms*-ra választva, és az egymás után következő időrészekben felváltva az FSK két frekvencia értékét megadva, az amplitúdót konstans értéken tartva bitsorozattal modulált FSK jel előállítását lehetséges. A bitsorozatot az *Nx1ms*-os időrészek állítják elő. A folyamat az alábbi táblázatban követhető 12 bit esetén.

1. táblázat: A List Sweep üzemmód működése

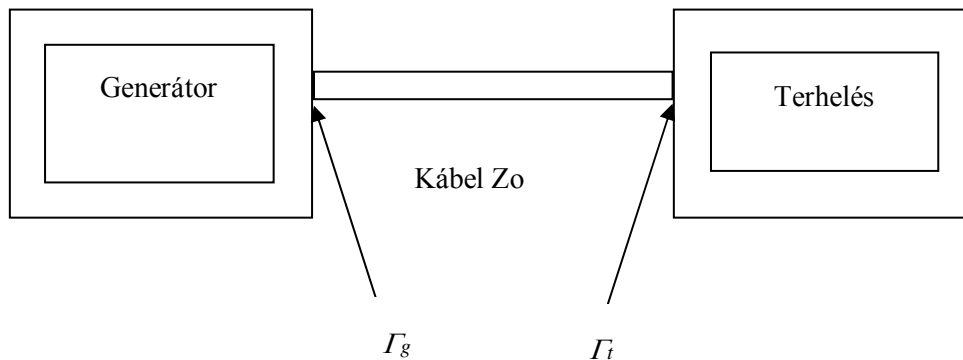
adat	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
időrés	1ms	2ms		3ms			2ms		1ms	3ms		
frekvencia	F1	F2	F2	F1	F1	F1	F2	F2	F1	F2	F2	F2

Az adatok megadása a **Sweep/List-> Configure List Sweep** menüjében lehetséges az Active Entry Area ablakban megjelenő táblázatban.

A **Sweep/List-> Sweep Repeat Single Cont** menüben választhatunk a folyamatos vagy az egyszeri sweep között.

#### 4. Illesztések

A generátor és a mérendő eszköz az alábbiak szerint kapcsolódik egymáshoz:



M2-6. ábra. A generátor és a mérendő eszköz összekapcsolása

Általános esetben  $Z_g \neq Z_o \neq Z_t$  és így a kábel mindkét végén reflexió lép fel. Ekkor a generátorból nem vehető ki a maximális teljesítmény ( $P_o$ ), csak az ún. ütközési csillapítással kisebb érték. Az ütközési csillapítás a reflexiós tényezőkkel az alábbi módon adható meg.

$$a = 10 \cdot \lg \frac{|1 - \Gamma_g \Gamma_t|^2}{1 - |\Gamma_t|^2}$$

Minél inkább megközelítjük a reflexiómentes impedancia illesztés állapotát annál kisebb lesz a csillapítás. A mérés során tehát megfelelő hullámimpedanciájú kábelt kell használni, és figyelni kell a csatlakozók helyes mechanikai illesztésére.

#### 6. Specifikáció

Csak az alapvető adatokat ismertetjük, részletesen megtalálható az [1] irodalomban.

##### Frequency

**Range** : 250 kHz-1GHz

**Resolution** : 0,01Hz

**Phase noise** : < -116 dBc/Hz (at 1 GHz, 20 kHz offset)

**Harmonics**: <-30 dBc (at +4 dBm output level)

**Nonharmonics** <-65 dBc 500 MHz to 1 GHz (at +7 dBm 3 kHz offset)

##### Output

**Connector**: N(f) typ 50 Ohm

**Power**: +13 to -136 dBm

**SWR**: <1,5:1

### **Sweep**

**Operating modes:** Frequency step, amplitude step and arbitrary list

**Dwell time:** 1 ms to 60 s

**Number of points:** 2 to 401

### **Modulation**

**Mode :** AM, FM,  $\Phi$ M, Pulse, IQ

**Source:** ext, int

**Internal waveforms:** sine, square, ramp, triangle, pulse, noise

#### **Rate range**

Sine 0.1 Hz to 50 kHz

Square, ramp, triangle 0.1 Hz to 10 kHz

**Resolution** 0.1 Hz

Pulse only 4  $\mu$ s

**Frequency accuracy** 0.005%, typical

## **7. Irodalom**

[1] User's Guide Agilent Technologies, ESG Family Signal Generators