

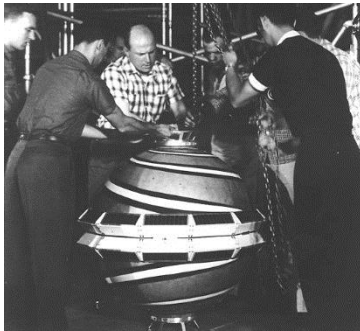
# A Transit rendszer ismertetése és a rendszerhez fejlesztett vevő bemutatása

Kertész József  
BME Űrkutató Csoport

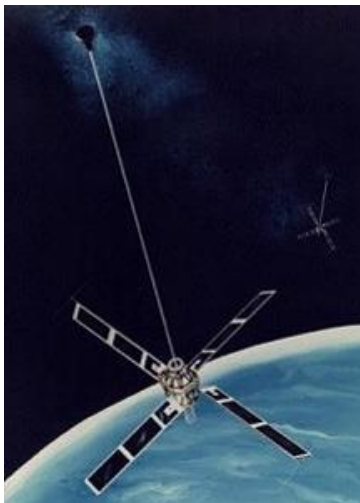


# A TRANSIT rendszer

1957-ben a szovjet Szputnyik fellövésekor amerikai tudósok figyelték a műhold rádióadását. Rájöttek, hogy a doppler-eltolódás mérésével jó pontossággal meg tudják határozni a műhold pályáját. Mivel ez eredményes volt, az az ötletük támadt, hogy a rendszer megfordításával a műholdas navigálást meg lehet valósítani, tehát, ha ismert a műhold pályája, akkor a vevő helyét meg lehet határozni. 1959-re el is készült a TRANSIT 1A műhold, amelynek sikertelen startját követően a TRANSIT 1B műholdat sikeresen üzembe helyezték.



Transit 1A



Transit 1B



Az első start  
1959-ben  
sikertelen a  
Transit 1A-val

# Műszaki jellemzők

## Úrszegmens

- 80 kg , Ø460 x 300
- 5 MHz-es referencia (stabilitás=  $10^{-12}$ )
- 1,5 W-os adók
- 6 db műhold sarki pályán (egymás zavarása esetén tartalékra váltás)
- pályamagasság: ~1100 km
- keringési idő: ~108 perc
- két frekvencia a légköri hatások csökkentésére
- $f_1=399,968$  MHz max. Doppler  $f_{1D}=10$  kHz
- $f_2=149,988$  MHz max. Doppler  $f_{2D}=3,75$  kHz
- digitális fázismodulált  $\pm 1$  rad ( $57,3^\circ$ )
- adatsebesség 6103 bit/2 perc (~50 bit/sec)
- 156 db 39 bit-es szó, 1 db 19 bit-es szó



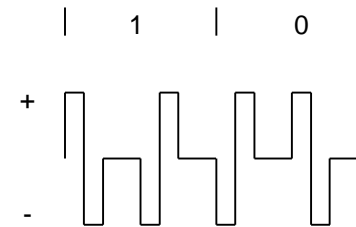
## Vezérlő szegmens

- 4 db földi állomás az USA-ban
- 16 órára előre feltöltött adatok

## Felhasználói szegmens

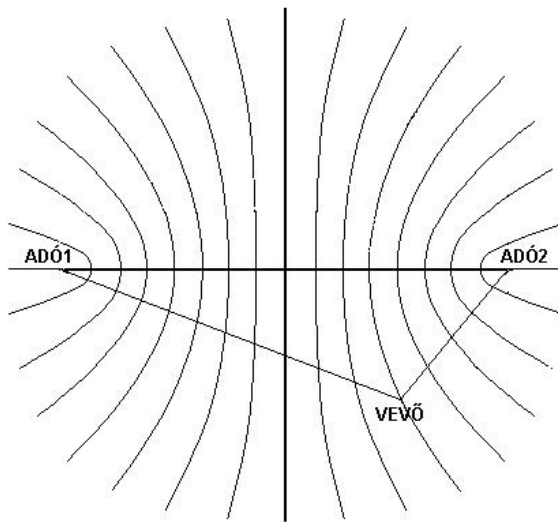
- kétcsatornás doppler vevő
- csak egy műhold egyidejű vétele szükséges és lehetséges
- nagy látószögű antenna (~félgömb)
- max. 9 db 2 perces csomag vehető (láthatóság)

A műholdpályák elhelyezkedése

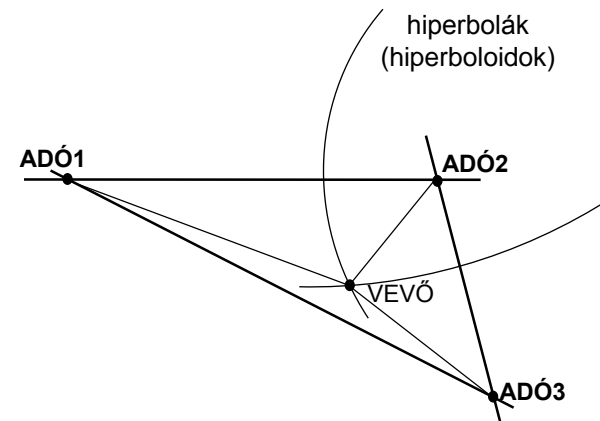


Adatszimbólumok

# A hiperbola navigáció

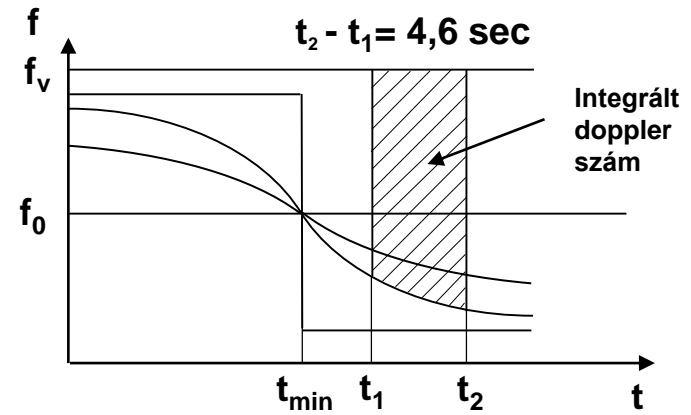
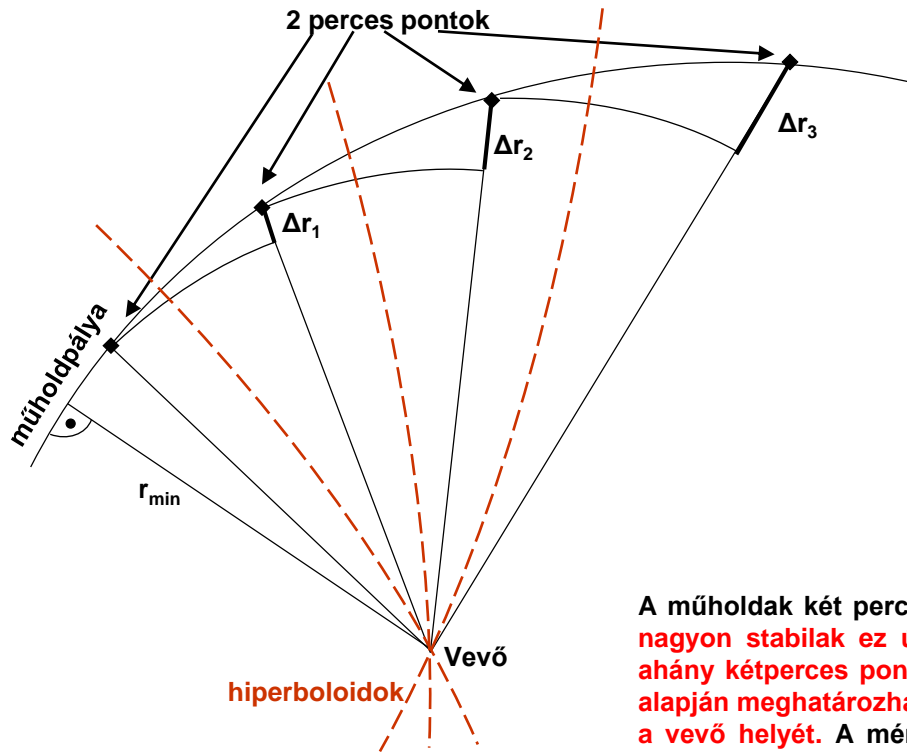


Ha a vevő órája nincs szinkronban az adók órájával, akkor csak távolságkülönbséget tudunk mérni a vett jelek fáziskülönbsége (kódfázis) és a terjedési sebesség felhasználásával. **Az ugyanakkora távolságkülönbséghez tartozó pontok egy hiperbolán helyezkednek el.**



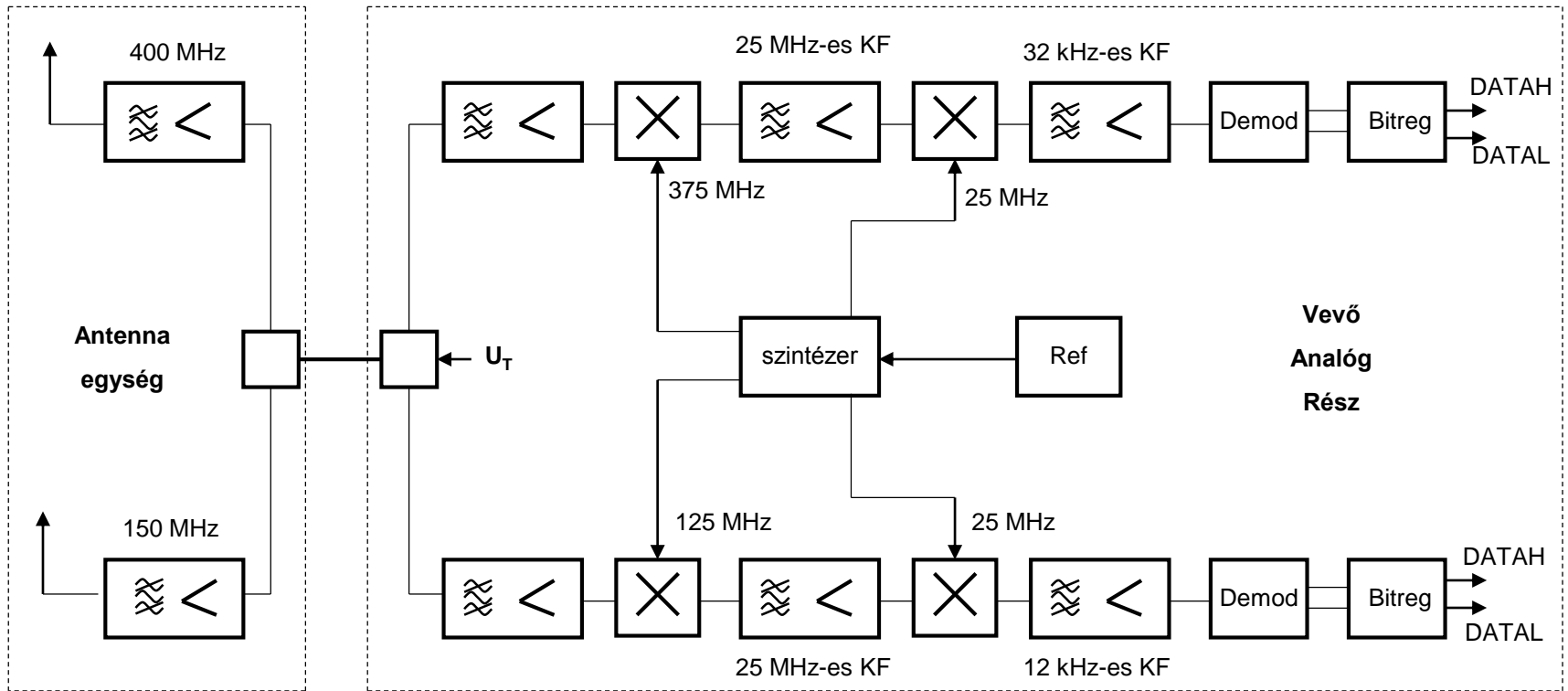
Három szinkronban járó adónál már térben is meghatározható a pozíció hiperbola navigációval.

# A doppler korrekció



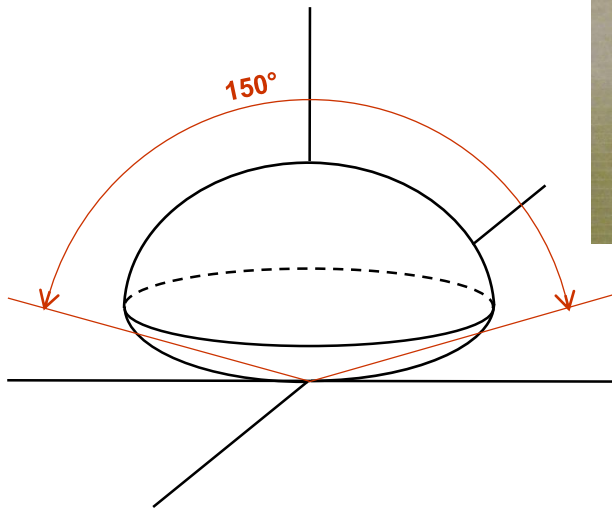
A műholdak két percenként leadják saját pozíciójukat. **Mivel az órák nagyon stabilak ez úgy is felfogható, mintha annyi műhold lenne, ahány kétperces pont van.** A pályaadatok és a távolságkülönbségek alapján meghatározhatók a hiperboloidok, melyek metszéspontja adja a vevő helyét. A mért adatokat a doppler-eltolódás miatt korrigálni kell.

# A vevő blokkvázlata



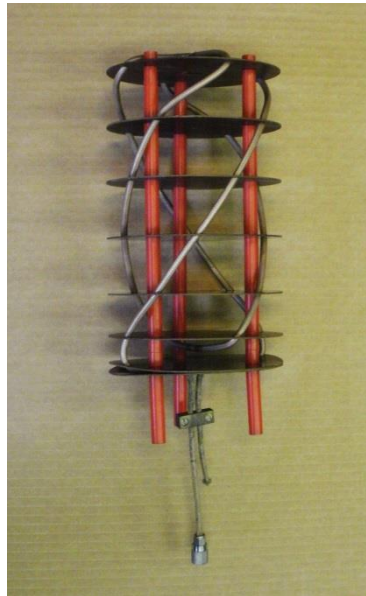
# Az antenna egység

- 150MHz-es és 400MHz-es egymásba épített quadrifilár antenna
- Körpolarizált, 150°-os karakterisztika
- Sávszűrők
- Antennaerősítők
- Összegző
- Távtáplálás
- Üvegszál radom, tengervíz-álló talp
- Ø450 x 780 mm

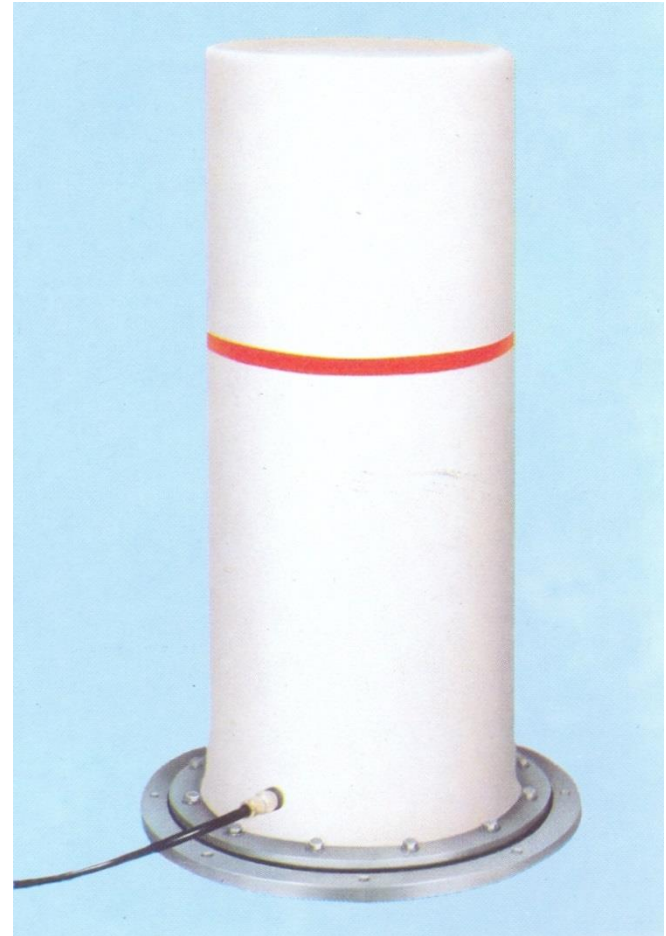


Az egyszerűsített antenna-iránykarakterisztika

400 MHz-es antenna



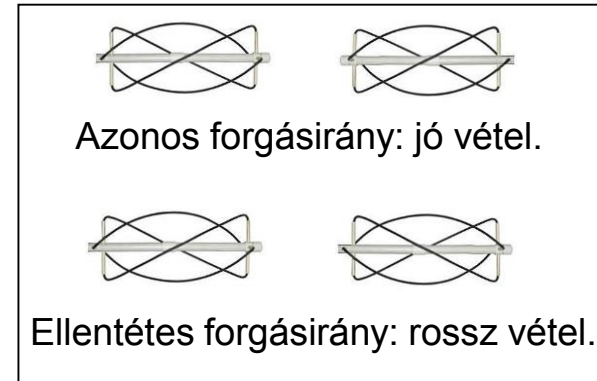
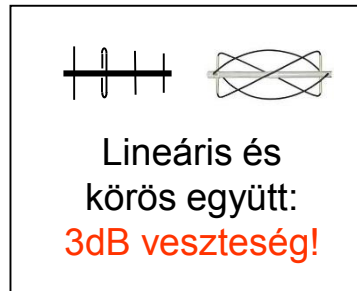
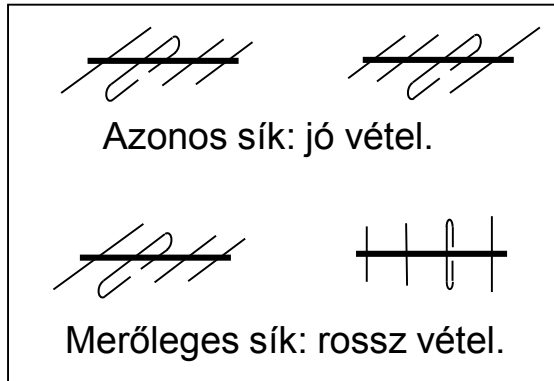
A kész antenna



# A vételi lehetőségek alakulása a hullám polarizációja és az antennanyaláb alakja alapján

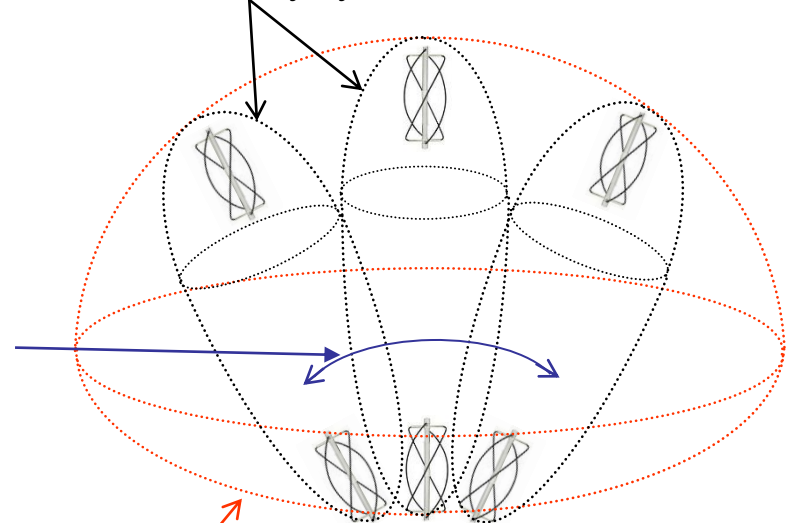
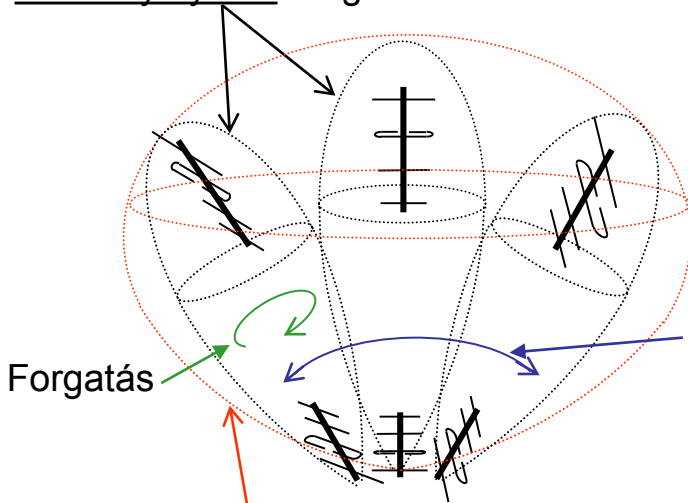
Lineárisan (sík) polarizált hullámok esetén

Körösen polarizált hullámok esetén



Keskeny nyaláb: forgatni és követni is kell.

Keskeny nyaláb: csak követni kell.

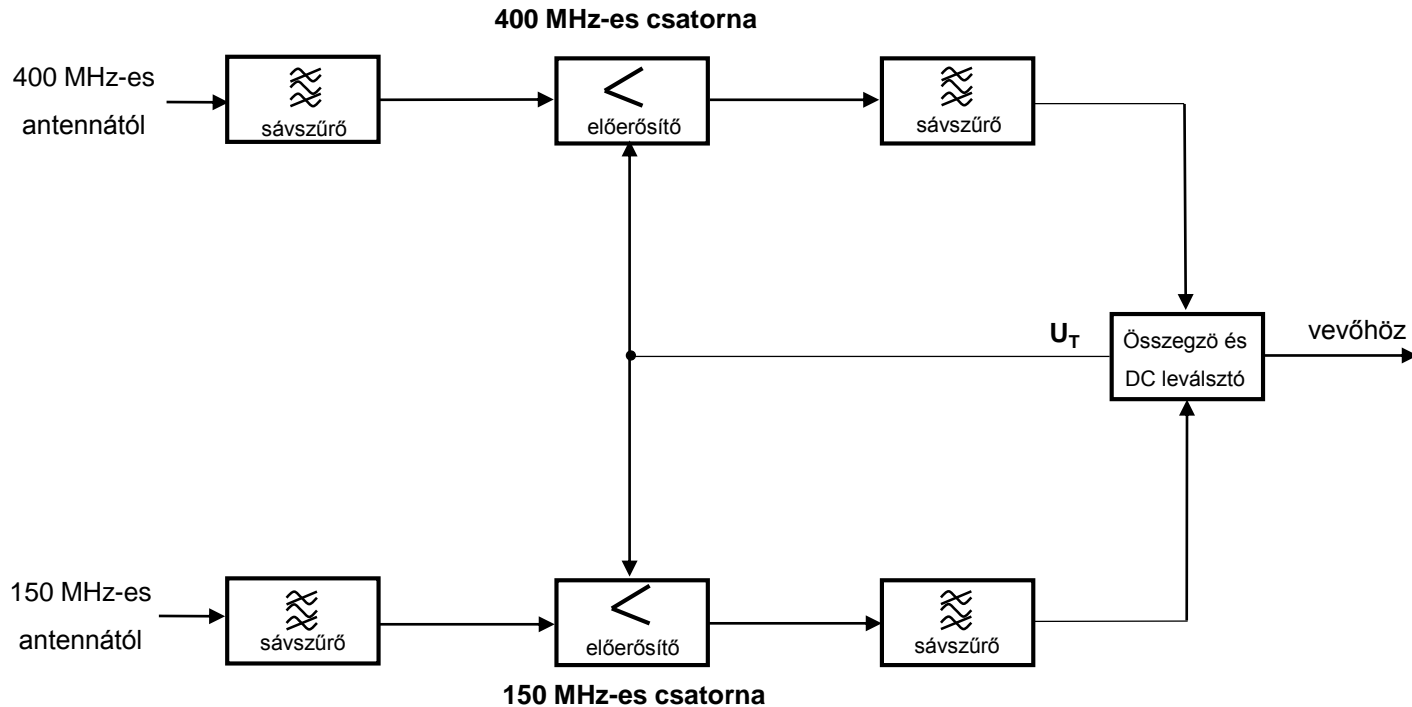


Széles nyaláb: csak forgatni kell.

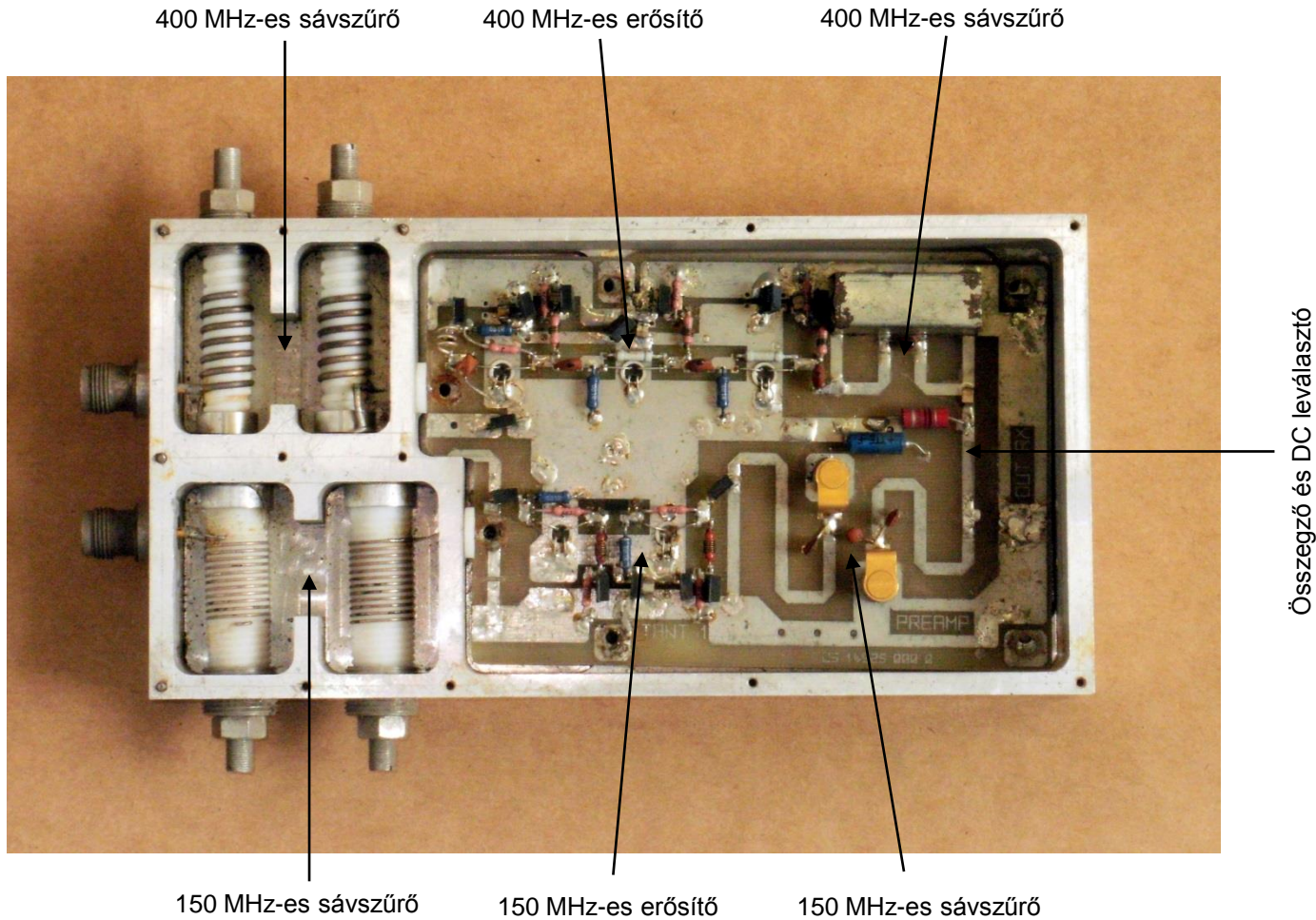
Széles nyaláb: **nem kell semmit csinálni!**



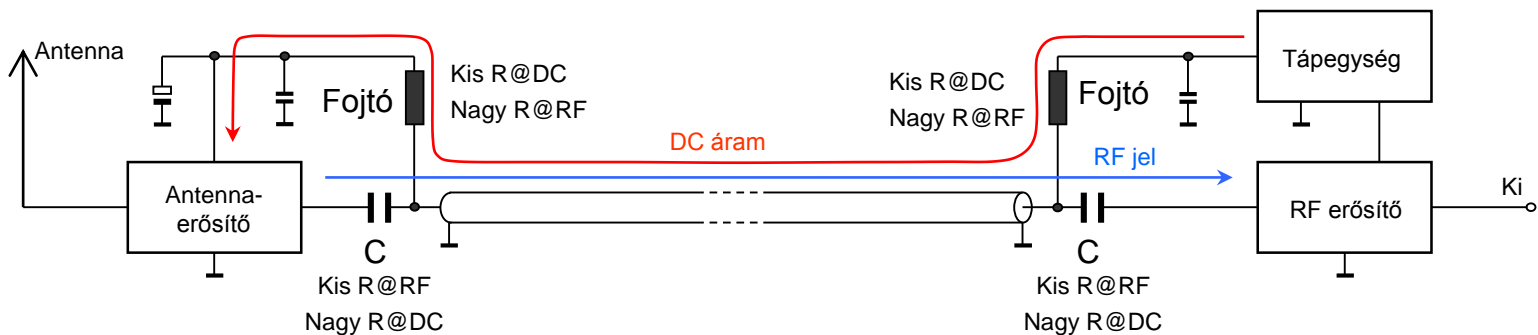
# Az antennaerősítő blokkvázlata



# A kész antennaerősítő



# Távtáplálás RF kábelen keresztül



Az antennaerősítő kimenetét terhelő impedancia:

$$Z = \frac{Z_0 * R_{Fojtó}}{Z_0 + R_{Fojtó}} = \frac{50 * 600}{50 + 600} = 46,15\Omega$$

A feszültség reflexió tényező:

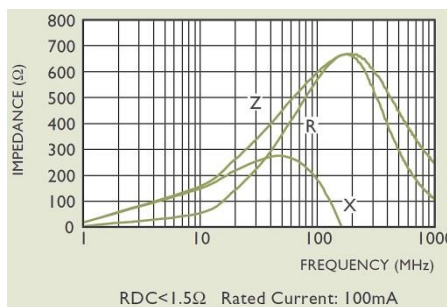
$$|\Gamma| = \left| \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \right| = \left| \frac{46,15 - 50}{46,15 + 50} \right| = 0,04$$

A reflektált teljesítmény:

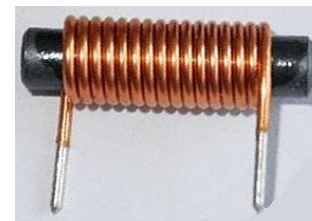
$$P_{Refl.} = |\Gamma|^2 = 0,04^2 = 0,16\%$$

A kondenzátor impedanciája:

$$Z_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 * \pi * 150\text{MHz} * 1\text{nF}} \cong 1\Omega$$



Egy tipikus fojtó karakterisztika

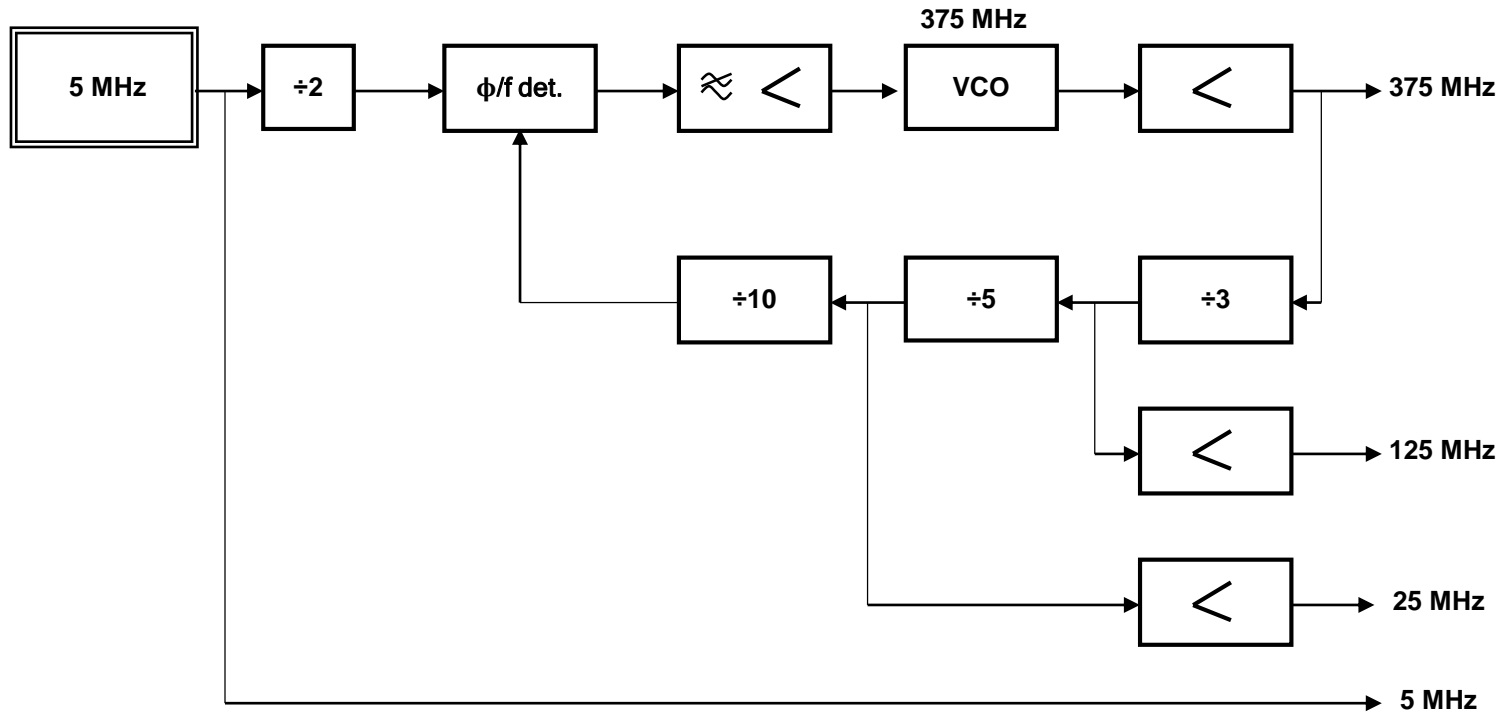


A gyakorlatban használt formák



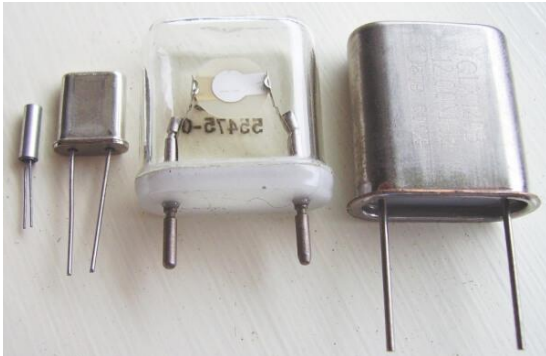
A DC és RF jel összeadását és szétválasztását egy fojtó-kondenzátor párossal oldhatjuk meg. A jól megválasztott kondenzátor RF-en kis impedanciát mutat, ami nem okoz számottevő veszteséget, DC-n pedig szakadás. A fojtó egy kis jósági tényezőjű induktivitás, ami DC-n kis ellenállású, RF-en viszont nagy Ohm-os ellenállása van, elhanyagolható induktivitás mellett. Az így kialakított kapcsolás nem befolyásolja lényegesen az illesztést, ezáltal kis reflexiót okoz.

# A Lokál szintézer blokkvázlata

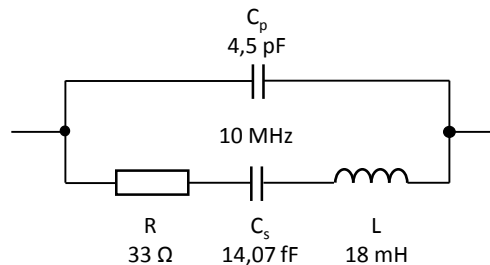
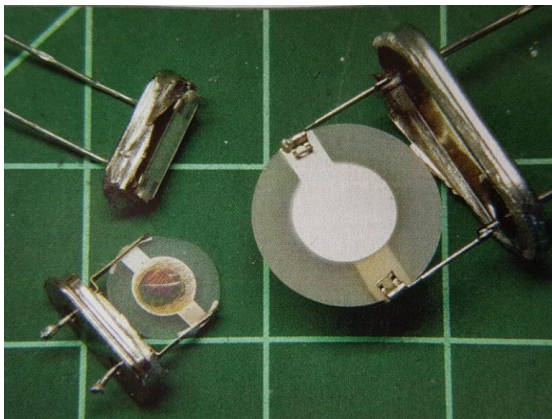


# A frekvencia etalon

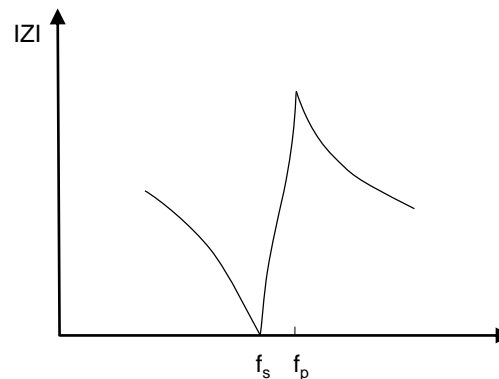
A frekvencia etalon egy hőstabilizált kvarc oszcillátor. A 10 MHz-es kvarc kristályt hőszigetelt, fűtött „kályházott” doboz tartalmazza, melynek működtetését egy gondosan kialakított áramkör biztosítja. Az áramkör gondoskodik a stabil frekvenciáról és a kis fáziszajról.



Néhány tokozott és kibontott kvarc, melyeken láthatók a kivezetések. Űrben többpontos felfüggesztést alkalmaznak a nagy mechanikus igénybevétel miatt.



Egy 10 MHz-es kvarc helyettesítő képe és az elemértékek. Érdekes, hogy a kvarc egy két elektródás kondenzátornak tűnik, mégis a  $C_s$  kapacitás nagyon kicsi, ellentétben az induktivitással, ami a felépítésből nem következne. A  $C_p$  kapacitás a tokozásból adódik.



Egy kvarc impedancia abszolútérték-menete a frekvencia függvényében. A soros rezonanciát a  $C_s$  kapacitás, a párhuzamos rezonanciát a  $C_s$  és a  $C_p$  kapacitások replusza okozza az induktivitással együtt. Mivel  $C_p$  lényegesen nagyobb, ezért a replusz kicsivel lesz kisebb  $C_s$ -nél, vagyis a két rezonancia nagyon közel van egymáshoz.

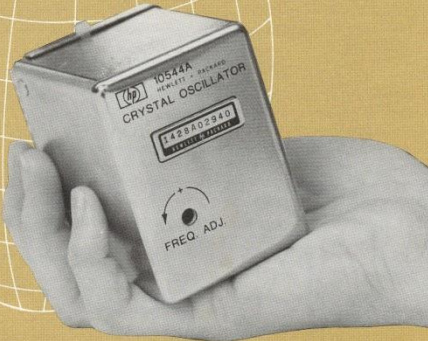
# A HP 10544A frekvencia etalon adatlapja



10 MHz  
CRYSTAL OSCILLATOR 10544A

TECHNICAL DATA JUL 76

aging rate less than  $5 \times 10^{-10}$ /day  
excellent phase noise  
fast warm-up



The HP Model 10544A Quartz Crystal Oscillator is an extremely stable, compact, low-power source of 10 MHz. Fast warm-up and a low aging-rate are important for both instrument and systems applications. This is achieved using a new crystal design ruggedly mounted in a cold-welded enclosure. The crystal, along with the oscillator, buffer amplifier, and oven control circuits are all mounted inside a thermally insulated oven.

A significant improvement in signal-to-single-sideband phase-noise ratio has been accomplished by oscillator circuit modifications. This performance along with the excellent short-term stability of the 10544A make it an ideal oscillator for use in systems where the crystal output is multiplied to a higher frequency.

Model 10544A is designed to mate with standard 15-pin printed circuit board connectors which permit direct connections and eliminates the need for separate sockets and interwiring. The unit is designed to operate into a 1000 ohm load. This satisfies most solid-state input requirements.

Its unique design features, plus production efficiencies enable HP to offer, inexpensively in the 10544A, the better than  $5 \times 10^{-10}$ /day aging formerly available only in expensive laboratory-type oscillators. With this low aging rate of less than  $1 \times 10^{-7}$ /year the manufacturer of communication and test equipment can offer his customers a real cost saving by reducing the frequency of calibration necessary to stay within FCC accuracy requirements.

The 10544A is ideally suited for use in communication and navigation systems, synthesizers, time-code generators, counters, and spectrum analyzers. The 10 MHz output frequency is a convenient starting point since it is easily divided or multiplied.

A screwdriver adjustment through the top of the oven permits frequency adjustment over a range of more than  $2 \times 10^{-6}$  (20 Hz), yet the control is sensitive enough to allow adjustment to better than  $1 \times 10^{-9}$  (0.01 Hz). Frequency can also be controlled electronically over a 1 Hz range with an externally applied voltage.

To maximize oven-efficiency in the 10544A, the heater current is controlled by a switching regulator circuit. This produces switching transients at about 4 kHz on the input line and a low level spurious signal on the output. A version of the oscillator with a dc oven controller is available. It should be used when adequate input filtering is difficult or better than -80 dB nonharmonic components on the output are required.

To permit optimum performance and use of available voltages, the power inputs for the oscillator/amplifier, oven controller and oven circuits are available separately. However, with a simple external IC regulator, a single voltage regulated to 10 percent may be used. (See Figure 3.)

#### CONNECTIONS:

Power and signal connections are made through a 15-pin printed-circuit connector, such as CINCH 250-15-30-210 (HP Part No. 1251-0160). Connections are shown in Figure 2.

#### VOLTAGE SOURCES:

The Oscillator Amplifier and Oven Controller should both operate from a +11 to 13.5 Vdc source. If connected to the same source, an LC circuit, marked B in Figure 3 is then required to isolate controller switching transients from the oscillator. The oven voltage may be obtained from a single source of +20 to 30 Vdc or from a combination of negative and positive sources which combined supply 20 to 30 Vdc. If this is done, the positive oven voltage must be equal to or greater than the oven controller

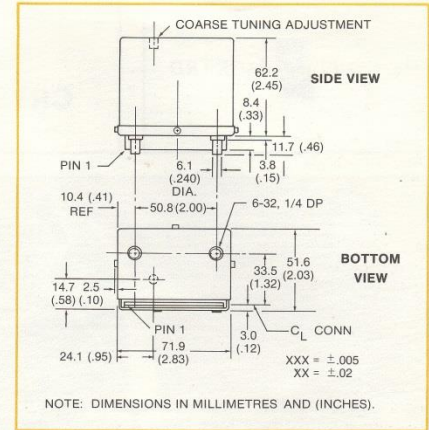
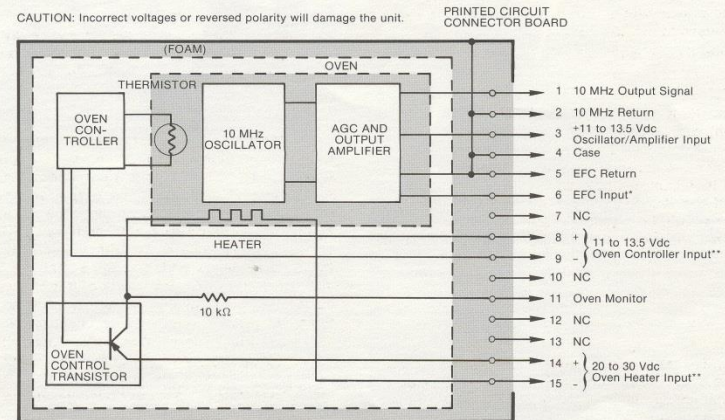


FIGURE 1  
Outline Drawing

voltage. There must be a current path between the oven controller voltage source and the oven voltage source to return the base drive current for the oven control transistor. This may be accomplished by tying either pins 8 & 14 or 9 & 15 together.



\*Connect Pin 5 to Pin 6 if external EFC (Electronic Frequency Control) is not used.  
\*\*A return path must be provided between the oven controller and heater supplies to return the base drive current from the oven control transistor. This may be accomplished by tying either Pins 8 & 14, or Pins 9 & 15 together.

FIGURE 2  
Block Diagram

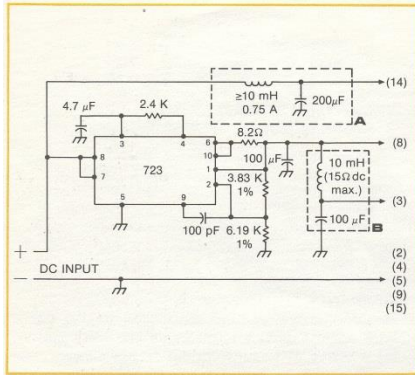


FIGURE 3

I.C. Voltage Regulator 723, (HP Part No. 1826-0010) TO5 configuration to supply 11½V to oscillator/amplifier and oven controller. Circuits A and B are decoupling filters.

Temperature of the oscillator oven is maintained by varying the duty-cycle of the oven input current through a control transistor. A non-inductive voltage source is required to prevent excessive voltage transients that could damage the control transistor. In addition, it may be desirable to provide decoupling between the oven switching transients and other circuits operating from the same power source. The filter marked A in Figure 3 can be used to provide both the non-inductive voltage source and the decoupling filter.

Power for the 10544A may be obtained from a single source of +20 to +30 Vdc (15 to 30 Vdc for 10° to 71°C operation) with 10 percent regulation using a simple IC regulator. A suggested circuit is shown in Figure 3. The resistor and capacitor connected to terminals 3 and 4 of the IC minimize ripple and noise in the regulated output. If the decoupling filter marked A is used, the capacitor should be placed close to the pin 14 connection to minimize radiation of the switching transient noise.

#### OVEN MONITOR:

The output signal at pin 11 (with respect to pin 15) indicates the temperature condition of the oscillator oven. The signal voltage level depends on the value of oven supply voltage at pins 14 and 15.

Duty-cycle of the signal at pin 11 depends on the oven temperature; long duty-cycle at turn-on and short duty-cycle at operating temperature. The corresponding dc voltage monitored with a high-impedance voltmeter is maximum when the oven is cold (at turn-on) and minimum when the oven is at operating temperature.

#### OPERATION:

Connect the oscillator through a 15-pin printed-circuit connector. Allow a 24-hour warm-up time for stabilization before adjusting frequency. At initial turn-on, the oscillator may require several days to achieve its specified aging rate.

#### FREQUENCY ADJUSTMENT:

The crystal in the 10544A oscillator has the typical quartz crystal characteristic of aging (changing resonant frequency) slowly when the unit is off as well as when it is operating. The 10544A crystal is made from high quality natural quartz and extreme care is exercised to eliminate contamination in the crystal enclosure to minimize aging. Each oscillator is aged at the factory to insure that its aging rate is better than  $5 \times 10^{-10}$ /day. This rate can be expected to gradually decrease and typically will reach  $1.0 \times 10^{-10}$  within one year. The coarse tuning adjustment permits periodic change back to exactly 10 MHz. The adjustment range is adequate to cover in excess of 10 years at the typical aging rate.

Oscillator frequency may be adjusted by using the 18-turn screwdriver adjustment located on the top of the oscillator case. Fine frequency adjustments may be made with a range of  $\geq 1 \times 10^{-7}$  using -5 to +5 volts dc applied to the electronic frequency control input, pin 6.

A simple method of frequency adjustment is the "oscilloscope drift" method. The oscillator frequency may be adjusted against a reference or "house" standard and drift can be monitored.

Methods for measuring frequency are described in HP Application Note 52-2. For minimum distortion the oscillator output must be terminated with a 1000-ohm load.

#### OPERATIONAL TESTS:

Apply the proper input voltages and allow the output frequency to stabilize for 24-hours. Adjust the output frequency to 10 MHz as described under FREQUENCY ADJUSTMENT and check the output voltage with an RF Voltmeter or calibrated oscilloscope. Be sure to terminate the output with a 1000-ohm load. If the output voltage or frequency is not within specification, check the input voltages and determine that the regulation and noise are within specification. If the input power or current are substantially different from those shown in the specifications, return the oscillator to HP for repair. The oven input power should decrease within a few minutes after turn-on as the oven temperature stabilizes. Continued full input power indicates a malfunction of the oven controller and will damage the oscillator by overheating.

#### SERVICE:

The 10544A is designed for factory repair only. Field repair should not be attempted. Repairs are handled promptly on an exchange basis through the nearest HP Sales and Service Office. Order HP Part No. 10544-60511 for exchange oscillator.

#### SPECIFICATIONS

**FREQUENCY:** 10 MHz. See note (1).

**AGING RATE:**  $< 5 \times 10^{-10}$ /day after 24-hour warmup. See note (2).  $< 1 \times 10^{-7}$  per year for continuous operation.

#### TEMPERATURE COEFFICIENT:

$< 1.5 \times 10^{-8}$  frequency change over a -55°C to 71°C temperature range.  $< 7 \times 10^{-9}$  over 0 to 71°C range.

#### LOAD:

$< 5 \times 10^{-10}$  frequency change for  $\pm 25$  percent change in 1000 ohm load.

#### WARMUP:

Within  $5 \times 10^{-9}$  of final value 20 minutes after turn-on, at 25°C and 20 Vdc. See note (3).

#### ADJUSTMENT:

##### Coarse Frequency Range:

$> 2 \times 10^{-6}$  (20 Hz) centered on 10 MHz with 18 turn control.

##### Electronic Frequency Control (EFC):

$\geq 1 \times 10^{-7}$ , control range -5 Vdc to +5 Vdc.

#### OUTPUT 10 MHz:

##### Voltage:

1 Vrms  $\pm 20\%$  into 1000 ohms from oscillator's ac coupled (.01  $\mu$ F) emitter-follower. (output must be terminated with 1000 ohms)

##### Harmonic Distortion:

Down more than 25 dB from rated output.

##### Spurious Phase Modulation, Discrete Sidebands, 10 Hz to 50 kHz:

Down more than 80 dB from rated output.

##### Signal-to-Single-Sideband Phase-Noise Ratio:

(1 Hz Measurement Bandwidth):

Offset from 10 MHz (Hz)	Ratio (dB)
1	83
10	120
100	140
1,000	145
10,000	145

#### ENVIRONMENTAL:

Temperature, operating -55°C to +71°C.

Temperature, storage -55°C to +75°C.

Altitude: 15.2 km (50,000 feet)

Humidity: 95% RH at 40°C.

No permanent degradation from the following:  
**Vibration:** 0.01" peak-to-peak, 10 to 55 Hz.  
**Shock:** 30 G, 11 ms, 1/2 sinewave.

#### SHORT-TERM STABILITY:

Averaging Time (s)	Stability $\left[ \frac{\sigma_{\Delta f}}{f}(2,\tau) \right]$
10 <sup>-4</sup>	$5 \times 10^{-8}$
10 <sup>-3</sup>	$5 \times 10^{-9}$
10 <sup>-2</sup>	$5 \times 10^{-10}$
10 <sup>-1</sup>	$5 \times 10^{-11}$
10 <sup>0</sup>	$1 \times 10^{-11}$
10 <sup>1</sup>	$1 \times 10^{-11}$
10 <sup>2</sup>	$2 \times 10^{-11}$

#### WARRANTY:

Hewlett-Packard warrants the 10544A 10 MHz Oscillator against defects in materials and workmanship for a period of 1 year from the date of delivery. The oscillator will be repaired or replaced at no charge during the warranty period.

#### CONNECTORS:

Printed circuit—mates with CINCH 250-15-30-210 (HP 1251-0160) or equivalent (see Figure 2).

#### SIZE:

72 mm x 52 mm x 62 mm, (see Figure 1).  
 (2-13/16" x 2-1/32" x 2-7/16", ~14 cu. in.)

#### WEIGHT:

0.31 kg (11 oz).

#### NOTES:

- Frequencies from 4.5 to 12 MHz available on special order.
- For oscillator off-time less than 24 hours.
- Final value is defined as frequency 24 hours after turn-on. With 15 Vdc oven input, warm-up time is 60 minutes.
- A 10% voltage change will cause a frequency change of  $< 1 \times 10^{-8}$  for  $< 2$  min.
- 15 Vdc, 10° to 71°C operating temperature, still air. 16 Vdc, 0° to 71°C operating temperature, still air.
- Steady state oven power decreases approximately linearly from 6W at -55°C to 0.5 W at +71°C.

#### INPUT VOLTAGES/VOLTAGE COEFFICIENTS:

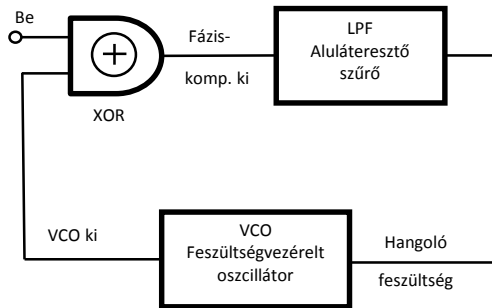
Input Circuit	Required Voltage	Required Current/Power	Voltage Coefficients	
			Voltage Change	Frequency Change
Oscillator/Amplifier	11.0-13.5 Vdc Noise $< 100 \mu$ V	18 mA typ., 25 mA max.	1%	$< 5 \times 10^{-10}$
Oven Controller	11.0-13.5 Vdc	10 mA typ., 15 mA max.		
Oven	20-30 Vdc See note (5).	Turn on load is 43 ohms, minimum. Power drops to steady state value (3W) after 15 min. at 25°C with 20 Vdc applied. See note (6).	10%	$< 1 \times 10^{-10}$ See note (4).

NOTE: See Input Voltages section for details concerning use of common power supplies.

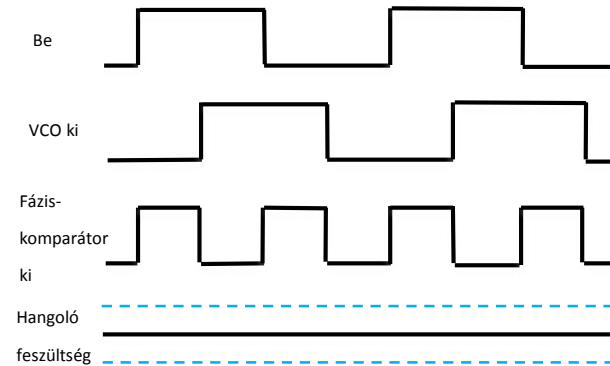
#### INDICATES CHANGES FROM PRIOR SPECIFICATIONS

# Egy egyszerű fáziszárt hurok (PLL)

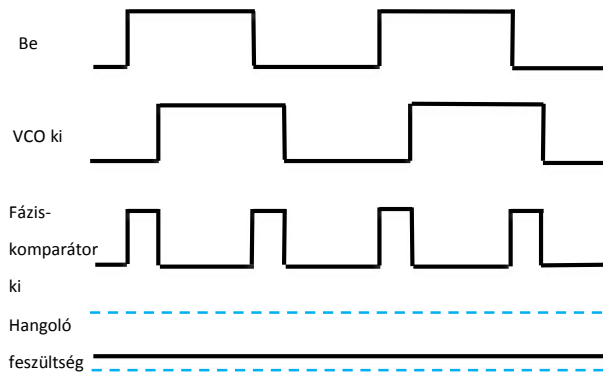
A csak fáziskomparátort tartalmazó PLL blokkvázlata. A negatív visszacsatolás merev fáziskapcsolatot biztosít.



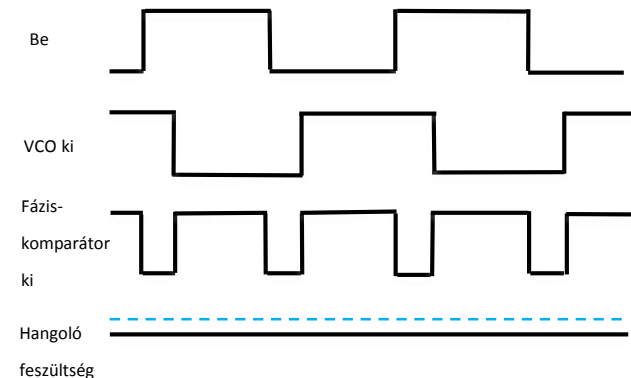
Befogott állapotban  $90^\circ$  a fáziskülönbség, 50% a kitöltési tényező és fél értéken van a hangoló feszültség.



Kis fáziskülönbségnél csökken a kitöltési tényező, ezért csökken a hangoló feszültség.

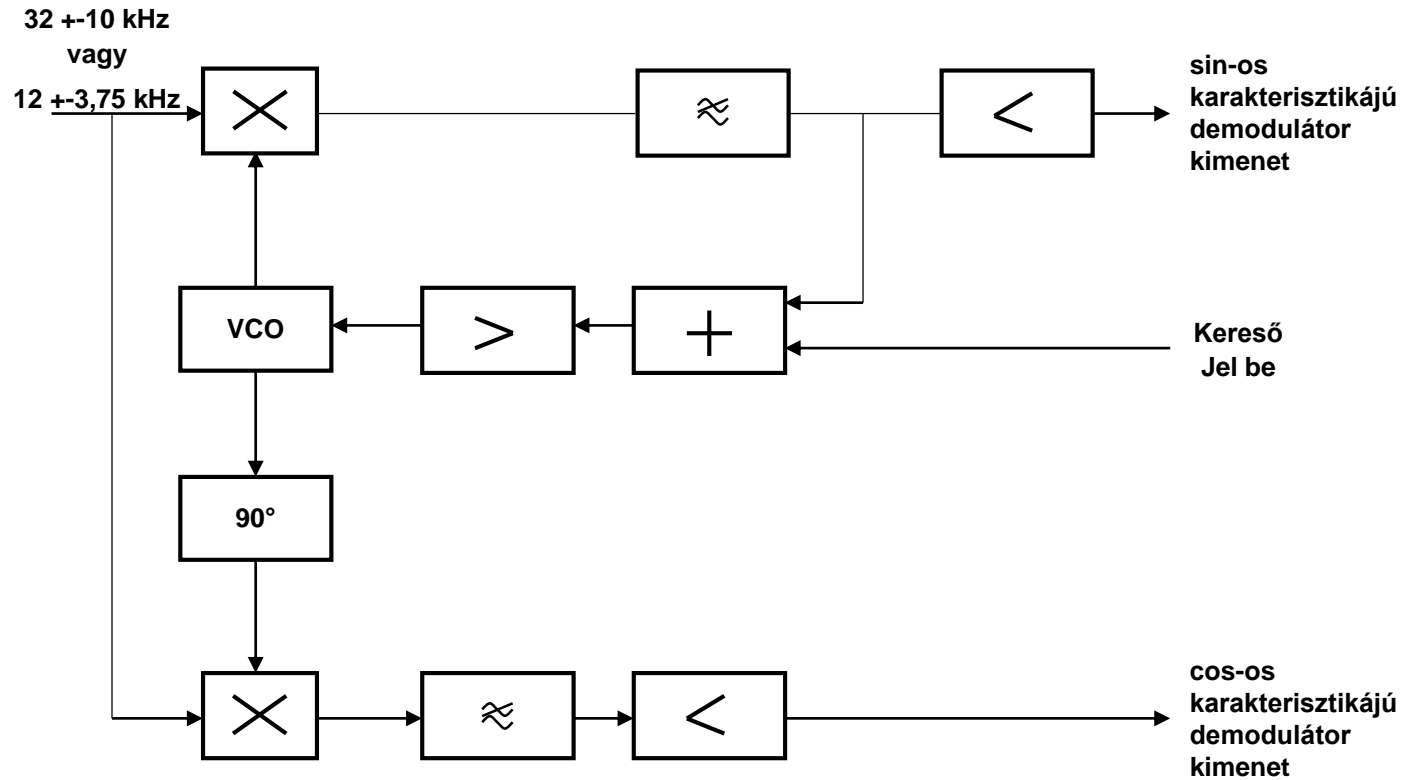


Nagy fáziskülönbségnél nő a kitöltési tényező, ezért nő a hangoló feszültség.



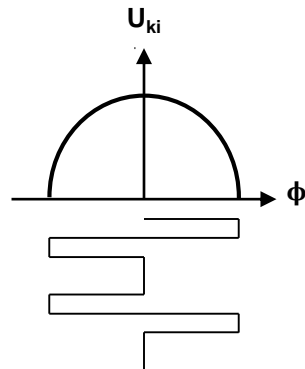


# A Demodulátor blokkvázlata



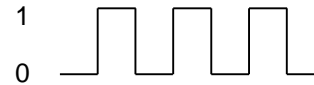
# A Demodulátor jelalakjai

cos-os demodulátor  
karakterisztika

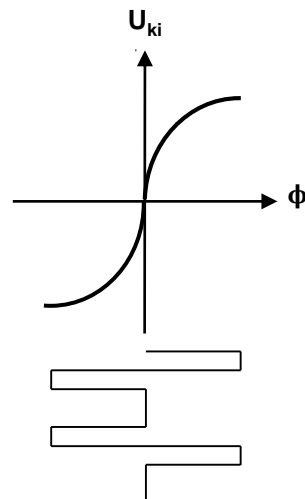


Kimenő jel:

Kétszeres clock

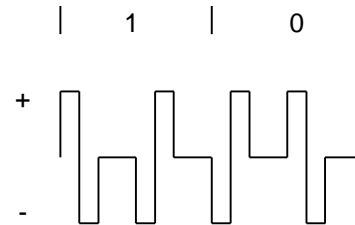


sin-os demodulátor  
karakterisztika



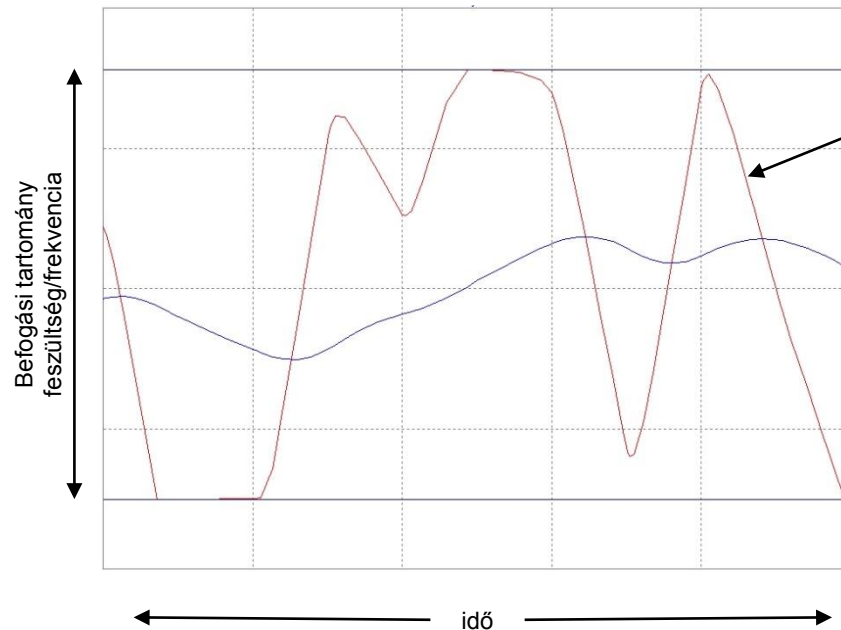
Kimenő jel:

ADAT



RF átvitelnél célszerű szimmetrikus adatszimbólumot használni azért, hogy ne legyen DC tartalom. A keletkező DC nem hordoz információt, ezért leválasztható, vagyis az egyes fokozatok munkapont beállítása külön-külön megoldható, így lényegesen egyszerűbb a teljes erősítő lánc megépítése.

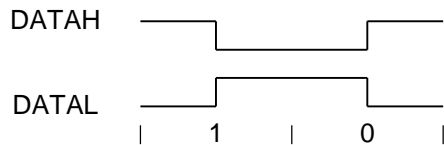
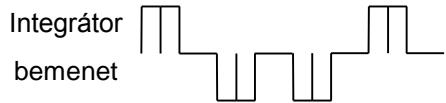
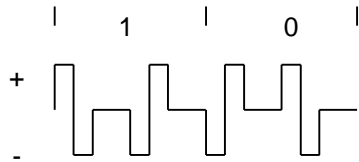
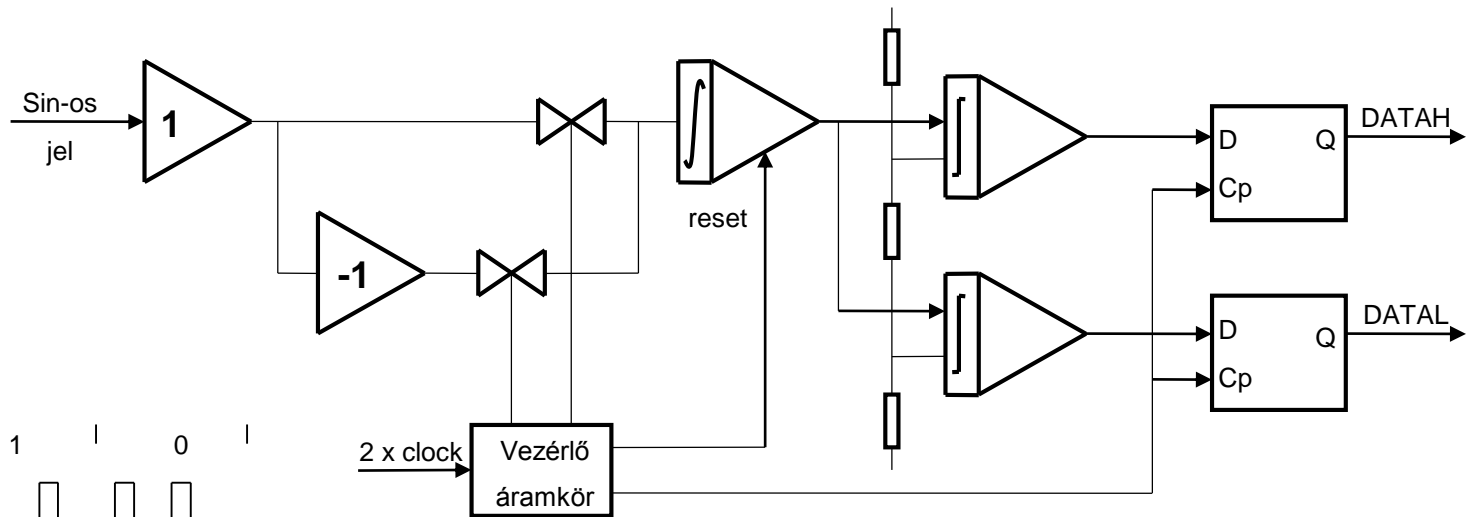
# A VCO hangoló feszültsége (hurokfeszültség, demodulált jel)



A hurokfeszültség nagy sávszélesség esetén (gyors hurok) a teljes tartományt átfogja, így bármilyen frekvenciájú jelre befog.

Demodulátorokban az adatsebességhez kell illeszteni a hurok sávszélességét, ezért a hurok lassú lehet. Kis sávszélesség esetén (lassú hurok) a jel csak egy részét fogja át a teljes befogási tartománynak, ezért egy ún. kereső jelet (fűrészjel) adunk a hurokfeszültséghez, ami kitéríti a teljes tartományba, így be tud fogni. Befogás után a kereső jelet kikapcsoljuk, hogy ne befolyásolja a hurok működését.

# A Bitregenerátor blokkvázlata

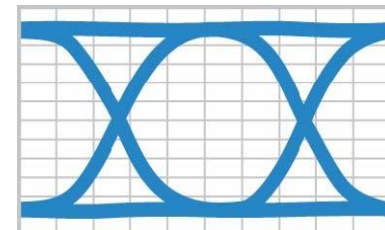


**A második és hatodik bit-nyolcadok invertálva.**

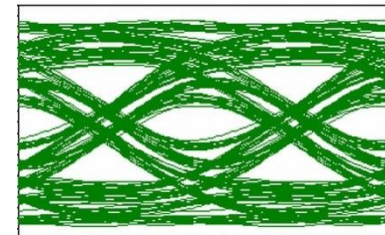
**A kétszeres idejű integrálás 3dB javulást eredményez.**

**A kimenő adat negyed bitet késik az integrálás miatt. Hibátlan vétel esetén a DATAH és DATAL egymás inverze, ha azonos, akkor hibás a bit.**

**Szemábrák**

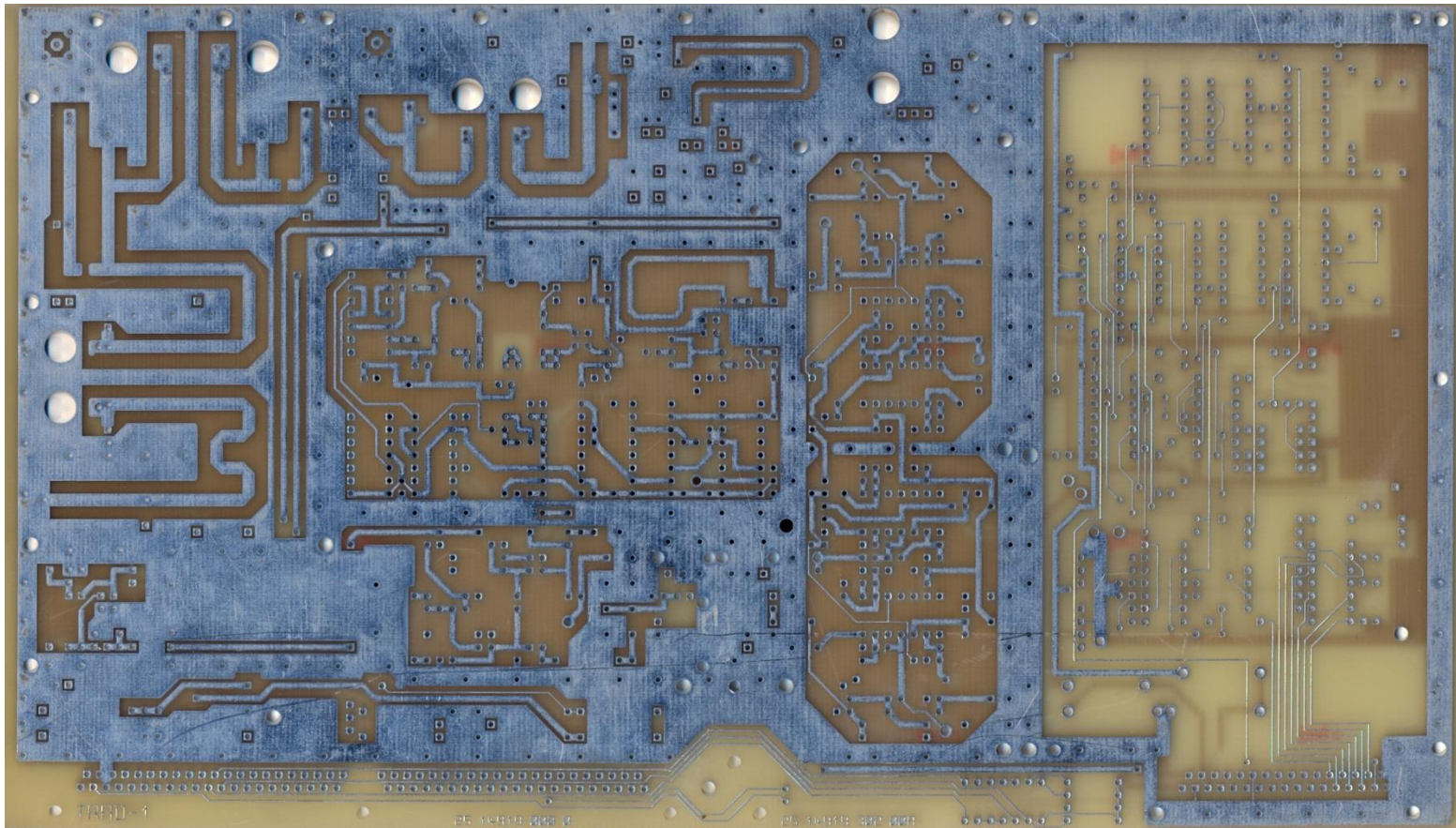


**Zajmentes jel**

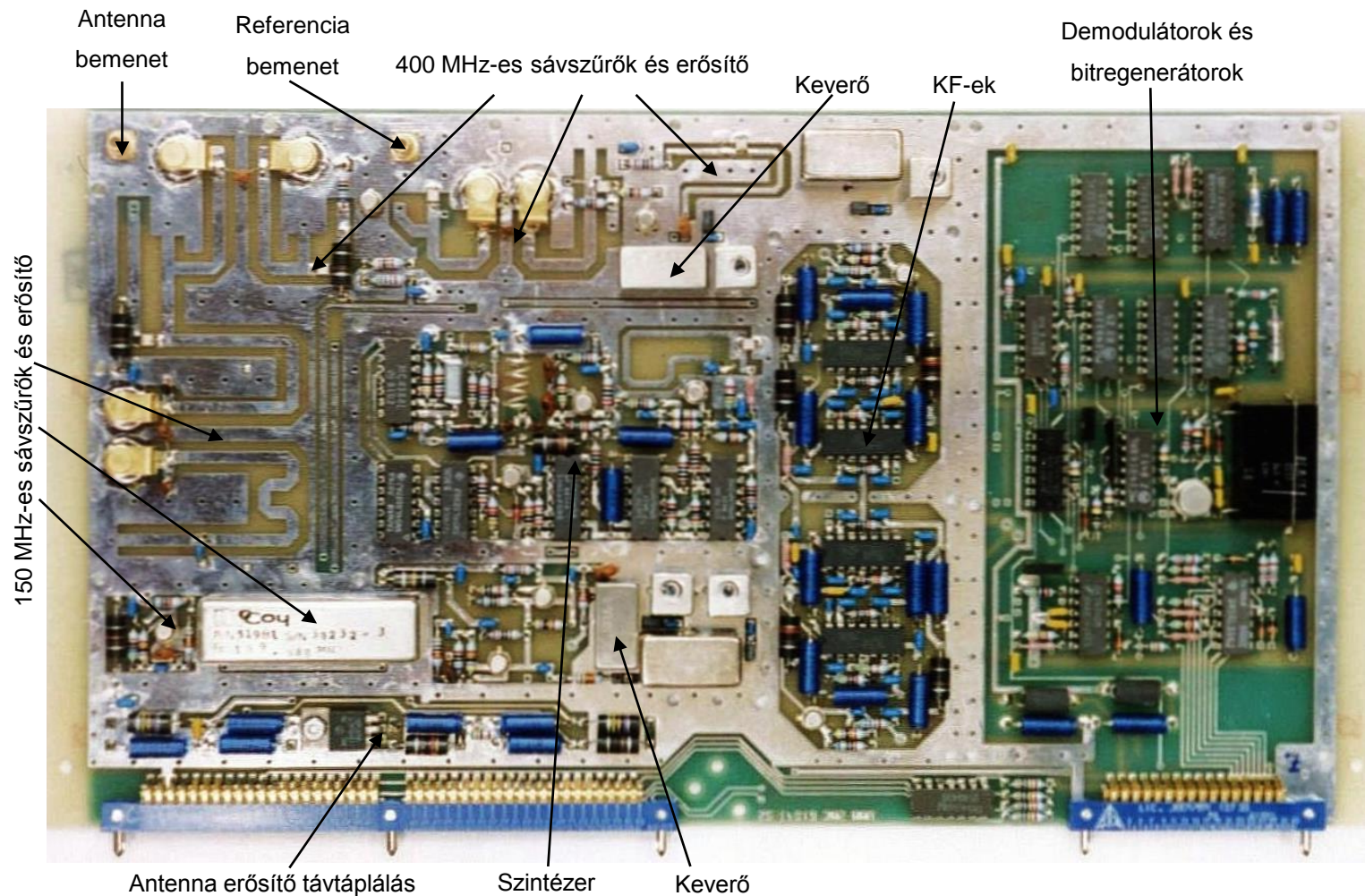


**Zajos jel**

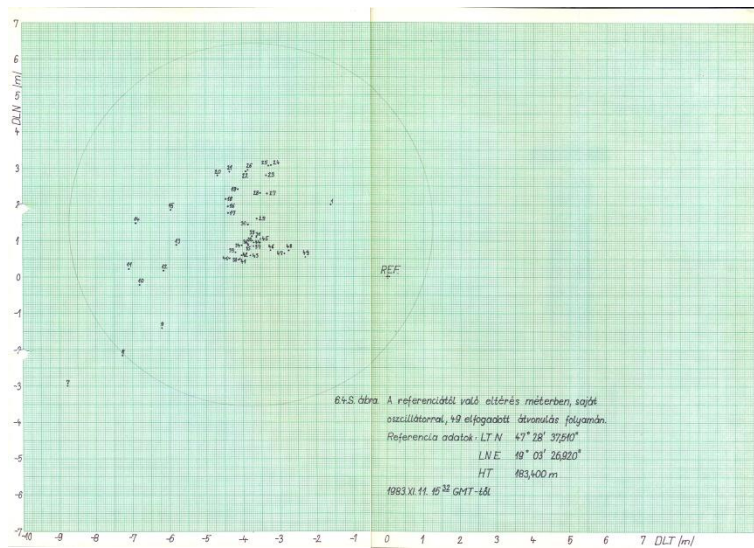
# A Transit vevő analóg rész NYÁK-ja



# A beültetett NYÁK

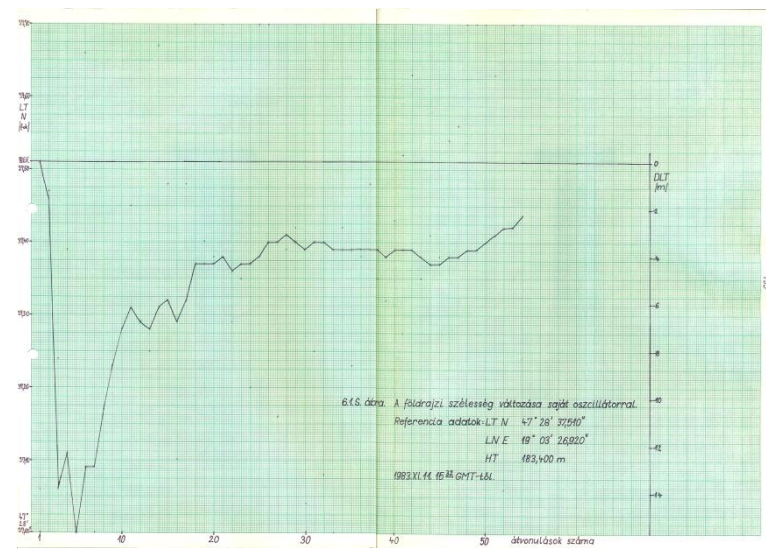
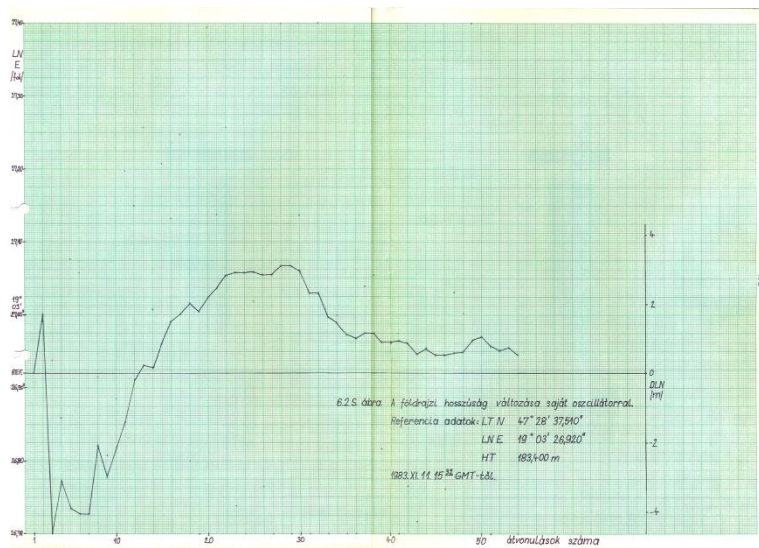


# Mérési eredmények



Az egyes átvonulásokkor kapott pozíciók két dimenzióban ábrázolva. A számok időrendiséget jelölnek. A 10m sugarú kör középpontja a pozíció várható értékét adja. A REF pont egy előző mérés során mért pont.

Az előző eredmények alapján a hosszúsági és szélességi koordináták időbeli konvergálása.



# Orosz nyelvű prospektus

## SNS-11

ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЛОКАЦИИ И  
НАВИГАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКА



VIDEOTON



### ВВЕДЕНИЕ:

SNS-11 с помощью спутников системы TRANZIT может выполнять локацию, а при подключении навигационных приборов – непрерывную навигацию.

### СИСТЕМА ЛОКАЦИИ

Шесть спутников системы TRANZIT всегда работают одновременно. Спутники вращаются вокруг Земли по полярной круговой орбите на высоте 1000 км. Время их кругооборота – 107 мин. Это означает, что среднее время между приемом от двух спутников на экваторе составляет примерно 90 мин., а на северной или южной широте 45° – 60 мин. Спутники ведут передачу в двух полосах по каналам 150 МГц и 400 МГц.

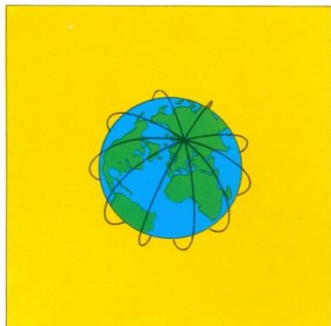
Точность работы системы TRANZIT не зависит от погоды и времени суток.

SNS-11, содержащая двухканальный приемник, использующий эффект Доплера, является малогабаритной переносной полемой ЭВМ, которая может принимать и обрабатывать данные спутников TRANZIT.

### ТОЧНОСТЬ:

По данным прохождения одного спутника можно установить местонахождение в трех измерениях (широта, долгота, высота) с точностью 30 м, по данным 25 измерений – 5м, с использованием транслокации – 1 м.

При расчетах используется сфероид WGS 72, но при задании соответствующих отклонений можно выполнять определение позиций 3 D в любой геофизической системе.

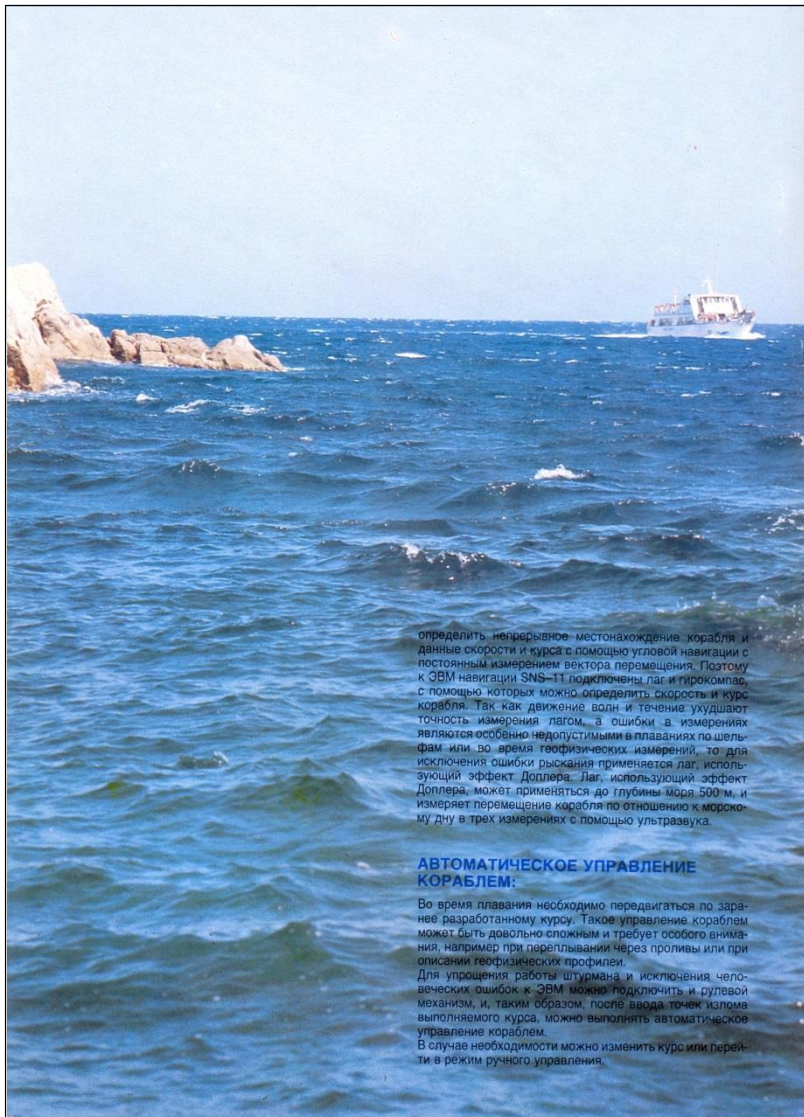


### СИСТЕМА НАВИГАЦИИ:

Так как спутник проходит в течение 15–20 мин., в течение которых местонахождение корабля может измениться, для обеспечения точности измерения необходимо учесть искажение кривой Доплера из-за перемещения корабля. Это имеет особое значение, когда корабль маневрирует во время измерений.

После определения актуального местонахождения корабля до прохождения следующего спутника можно





определить непрерывное местонахождение корабля и данные скорости и курса с помощью угловой навигации с постоянным измерением вектора перемещения. Поэтому к ЭВМ навигации SNS-11 подключены лаг и гироскопас, с помощью которых можно определить скорость и курс корабля. Так как движение волн и течение ухудшают точность измерения лагом, а ошибки в измерениях являются особенно недопустимыми в плаваниях по шельфам или во время геофизических измерений, то для исключения ошибки рыскания применяется лаг, использующий эффект Доплера. Лаг, использующий эффект Доплера, может применяться до глубины моря 500 м, и измеряет перемещение корабля по отношению к морскому дну в трех измерениях с помощью ультразвука.

#### АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОРАБЛЕМ:

Во время плавания необходимо передаваться по заранее разработанному курсу. Такое управление кораблем может быть довольно сложным и требует особого внимания, например при плавании через проливы или при описании геофизических профилей. Для упрощения работы штурмана и исключения человеческих ошибок к ЭВМ можно подключить и рулевой механизм, и, таким образом, после ввода точек излома выполняемого курса, можно выполнять автоматическое управление кораблем.

В случае необходимости можно изменить курс или перейти в режим ручного управления.

#### ТОЧНОСТЬ:

– Точность установления местонахождения при прохождении спутника, составляет 30 м, ошибка угловой навигации автоматически корректируется ЭВМ навигации при прохождении следующего спутника.

– Лагом измеряется скорость перемещения в пределах 0,01–34 морских мили с точностью 0,25%.

– ЭВМ может измерять данные, поступающие от гироскопаса, снабженного телепередатчиком типа resolver с точностью 0,15°.

#### РЕЖИМЫ РАБОТЫ, ДИАЛОГ С ОПЕРАТОРОМ:

Существует четыре различных выбираемых режимов работы:

- Локация (SURV)
- Навигация (NAV)
- Автоматическое управление кораблем (AUTO-NAV)
- Ручное управление кораблем (MANU-NAV)

1. – Актуальный режим работы постоянно сигнализируется.

2. – После ввода необходимых отклонений SNS-11 может работать в желаемой системе координат (в таком случае постоянно сигнализируется отклонение от WGS-72).

– Без ввода отклонений расчет выполняется автоматически по WGS-72.

3. – Режимы работы SURV и NAV являются идентичными соответствующим режимам работы MAGNAV0X, MX1502 и MX1107 с точки зрения сигнализации, возможностей вмешательства и точности.

4. – В режиме работы AUT-NAV режим работы NAV после ввода данных точек излома выполняемого курса дополняется автоматическим управлением рулевым механизмом. Данные точек перегибов можно запрашивать и изменять в любое время.

5. – В режиме работы MANU-NAV рулевой механизм управляется с клавиатуры дисплея, актуальное местонахождение, курс и скорость корабля контролируются с дисплея.

6. – Сообщения задаются на английском языке или содержат обычные английские сокращения (см. MX1107).

#### ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ И ДАННЫЕ ПО НАДЕЖНОСТИ:

Обе системы реализованы на переносной ЭВМ типа SNS-11 производства ВИДЕОТОН.

Эта ЭВМ состоит из одного блока сверхпрочного исполнения весом 25 кг.

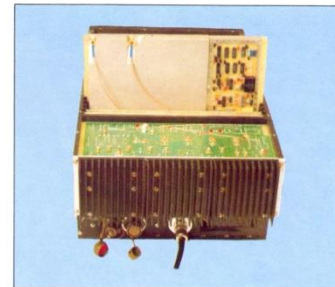
#### ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛОКАЦИИ:

В блоке ЭВМ реализованы центральное устройство, оперативная память, двухканальный радиоприемник, блок питания и пульт управления. Для переноса на корпус ЭВМ расположены две ручки. Устройство может работать от аккумулятора 24 В. Во время работы потребляет от аккумулятора ток 3 А. Между двумя прожекторными спутников имеется возможность экономного режима работы, при котором потребляемый ток составляет 0,5 А. Двухполюсная мощная антенна типа quadfilair весом 20 кг, имеющая предварительный усилитель, подключается к блоку ЭВМ радиоприемника с помощью кабеля длиной максимально 100 м.

#### ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ:

Содержит блок ЭВМ и антенну, описанные при системе локации, а также элементы связи навигационных приборов, встроены в блок ЭВМ, расширенную оперативную память и дисплей, необходимый для непрерывной индикации большого объема данных. Дополнительными устройствами являются:

- Адаптер сети для питания от сети 220 В, 50–400 Гц.
- Линии телепередачи данных для подключения терминалов, расположенных в штурманской рубке корабля, кабине капитана и т. д., и для совместной работы с другими (например, геофизическими) ЭВМ.
- Устройство мягкого диска для разработанного курса или регистрации данных.



#### ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ДАННЫЕ ПО НАДЕЖНОСТИ:

- Рабочая температура: –15°С–+55°С
- Рабочая температура антенны: –50°С–+70°С
- Относительная влажность воздуха: 100%
- Исполнение, стойкое к соленому туману
- Исполнение, стойкое к дождевой воде
- Обледенение: 0,02 кг/см<sup>2</sup>
- Максимальная ветреная нагрузка: 160 км/час.
- Температура хранения: –50°С–+85°С
- Вибрация: 5–500 Гц, 20Н/сек<sup>2</sup> (MIL-E-5400, критера II)
- Резонансная частота >40 Гц
- Удар: 150 Н/сек<sup>2</sup>, удары на II мсек (MIL-E-5400)
- Падение (при транспортировке): по STD-783
- Электропитание: 21 В – 32 В
- 72/12 Вт – система локации
- 140 Вт – система навигации (без мягкого диска и терминала)

#### От адаптера сети:

- однофазное 220 В ±3%
- 47+440 Гц
- с одновременным использованием сети и внешнего аккумулятора можно обеспечить непрерывное электропитание
- Динамическая помехоустойчивость: по STD-783 (импульс 1 кВ при 220 В)
- Статическая помехоустойчивость: по STD-783 (искровой разряд 7 кВ по наружной поверхности корпуса)
- EMI: MIL-STD-461 A
- Вес: 25 кг/корпус
- 7 кг/адаптер сети

- Атмосферное давление 15–10 кПа
- Имеется охлаждение тепловодом, таким образом обеспечивается внутреннее термическое равновесие.
- МТBF: 40 000 час (ЦПУ, память, блок питания, радиоприемник, антенна и элементы связи периферии)
- МТTR: 0,5 час.

### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОТДЕЛЬНЫХ БЛОКОВ:

Центральное устройство:

- включает в себя корпус блока ЭВМ, ЦПУ, блок питания, оперативную память в исполнении, возможном от 64 кслово до 256 кслово по единице 64 кслово, блок аккумулятора для сохранения информации памяти, а также дополнительные пульт управления и адаптер сети.
- 16-разрядное ЦПУ, с организацией шин с непосредственным доступом, автоматической микродиагностикой
- полупроводниковая память высокой надежности с автоматическим обнаружением и исправление ошибок
- размеры корпуса: 320×210×550 мм.



#### Двухканальное устройство приема от спутника:

- двухканальное устройство приема, использующее эффект Доплера: 149 988 МГц
- 399 988 МГц
- чувствительность выше 0,1 мкВ
- быстродействие: 50 бит/сек.
- время захвата: 30 сек.
- микропроцессорное управление
- опорное напряжение с кратковременной стабильностью  $5 \cdot 10^{-12}$ , 10 МГц

#### Двухполосная антенна:

- антенны quadrifilar с частотой 150/400 МГц, встроенные друг в друга, которые исключают обычный вертикальный мертвый угол штыревой антенны.
- вертикальный угол направленности:  $150^\circ$

- в горизонтальной плоскости: кольцевой излучатель
- эллиптичности:  $\pm 1$  дБ
- имеет встроенный двухканальный антенный усилитель
- суммарный коэффициент направленности: больше 28 дБ
- выходное сопротивление: 50 Ом
- электропитание: дистанционное питание через кабель от приемника
- длина кабеля макс. 100 м
- размеры: высота: 780 мм
- диаметр: 450 мм.

#### Элемент связи гирокомпаса:

- подключает к шине ЭВМ гирокомпас, имеющий телепередатчик типа resolver.

#### Элемент связи рулевого механизма корабля:

- выход напряжения с точностью  $10^{-3}$  для управления рулевым механизмом, с выходной мощностью макс. 12 Вт.

#### Элемент связи лага:

- измеряет относительную скорость по отношению к воде.

#### Элемент связи лага, использующего эффект

##### Доплера:

- подключает к шине ЭВМ лаг, использующий эффект Доплера, предназначенный для измерения перемещения в трех измерениях по отношению к морскому дну с помощью ультразвука.

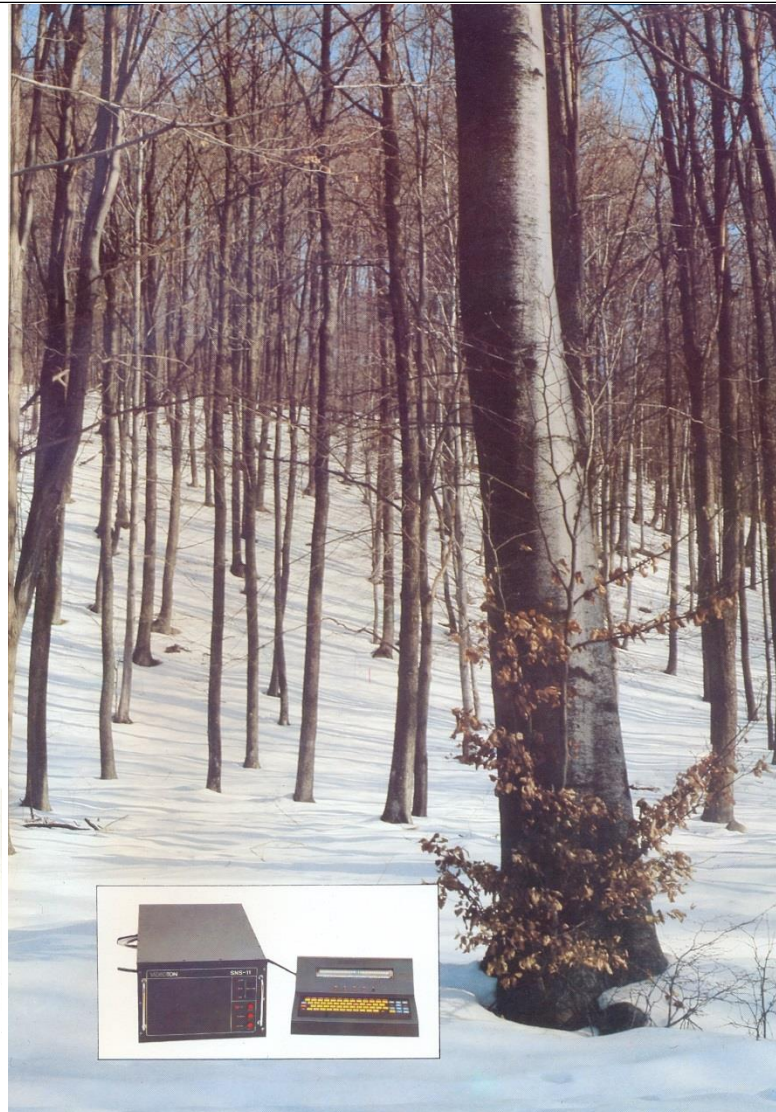
- Перечисленные блоки, за исключением антенны, могут быть размещены в блоке ЭВМ.

#### Двойной мягкий диск:

- в отдельном корпусе размером 320×210×450 мм, с встроенным блоком питания
- вес: 15 кг
- потребляемое напряжение питания: 21–32 В, 40 Вт или от адаптера сети 220 В  $\pm 3\%$ , 47–440 Гц, 50 Вт.
- емкость: 2×1,6 Мбайт
- скорость передачи данных: 0,5 Мбит/сек.
- среднее время доступа: 120 нсек.
- формат: в режиме FM IBM 3740
- в режиме MFM IBM system 34.

#### Адаптер сети:

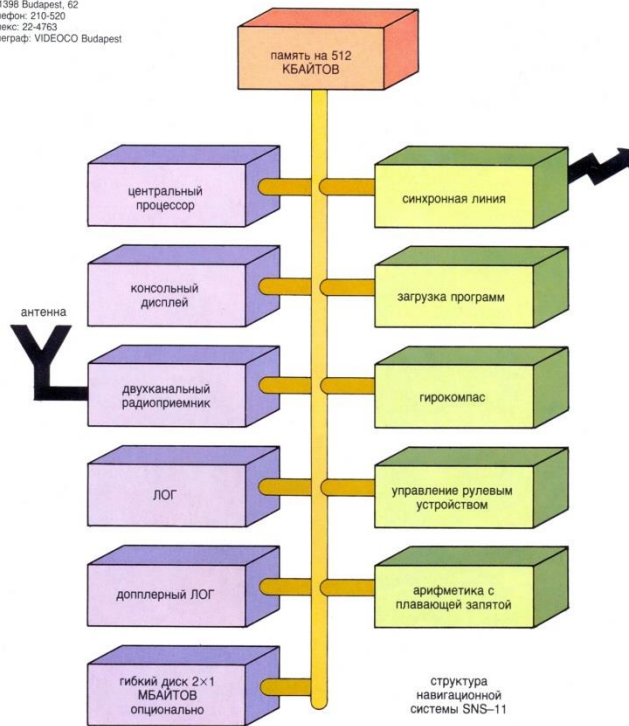
- Обеспечивает работу от однофазной сети 220 В  $\pm 3\%$  переменного тока (47–440 Гц).
- имеет вход постоянного напряжения 21–32 В, и в случае отказа сети возможность автоматического переключения.
- вес: 7 кг.
- размеры: 160×150×250 мм.



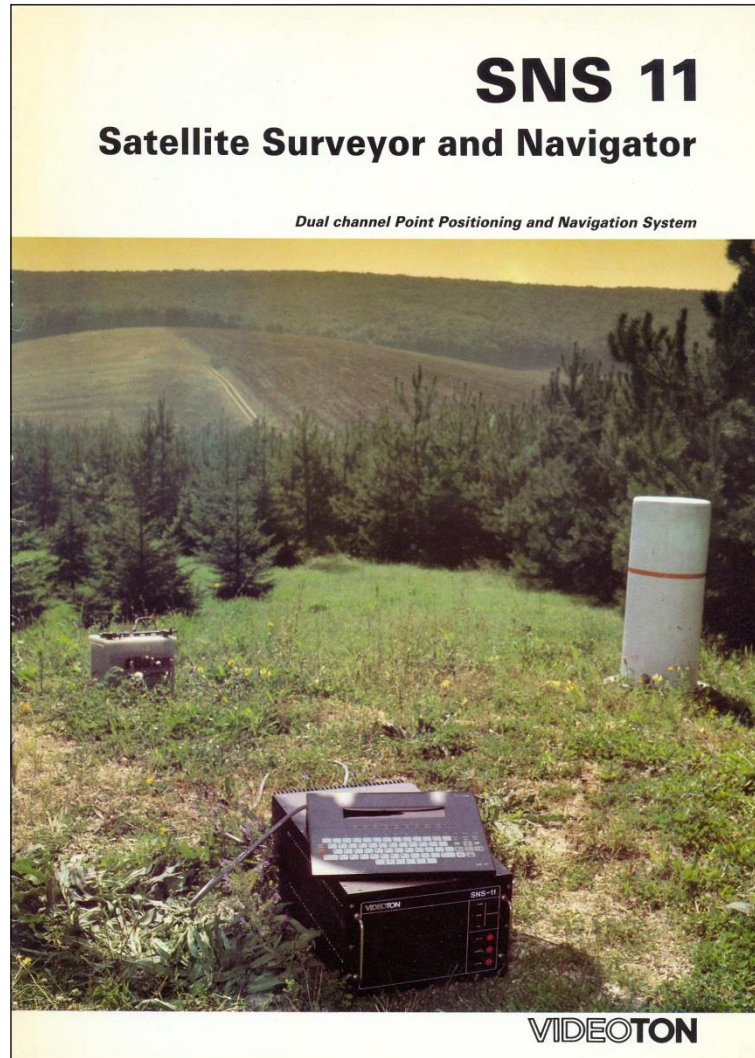


Производитель:  
ВИДЕОТОН  
ЗАВОД  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
1021 Budapest, II.  
Vörös Hadserceg u. 54  
H-1525 Budapest 114, Pf. 65  
Телефон: 213-187  
Телекс: 22-4587

Экспорт:  
А/О ВИДЕОТОН  
1068 Budapest VI.  
Szófia utca 9.  
Почтовый адрес:  
H-1398 Budapest, 62  
Телефон: 210-520  
Телекс: 22-4763  
Телераф: VIDEOCO Budapest



# Angol nyelvű prospektus



## THE SYSTEM

Using satellites of system TRANSIT – can determine point positioning or it can continuously navigate and do automatic ship-heading by using additional navy equipment.

## POINT POSITIONING

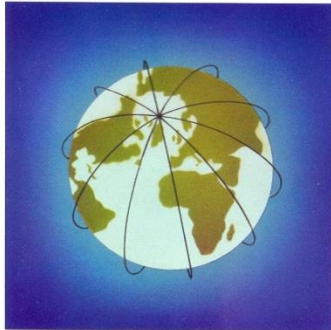
Currently there are 5 operational satellites. They travel in circular polar orbits c.a. 1000 km above the earth's surface. The orbital period is approximately 107 minutes.

The average interval between successive satellite passes on particular point is approximately 90 minutes at the equator and minimal at the poles.

At 45 south and north latitude successive passes occur appr. every 60 minutes. The satellites transmit two coherent carrier frequencies at 150 Mc/s and 400 Mc/s. Two frequencies are used so that the correction may be made for refraction of the signals in the ionosphere.

The accuracy of the operation of TRANSIT system doesn't depend on the weather and it can work 24 hours a day.

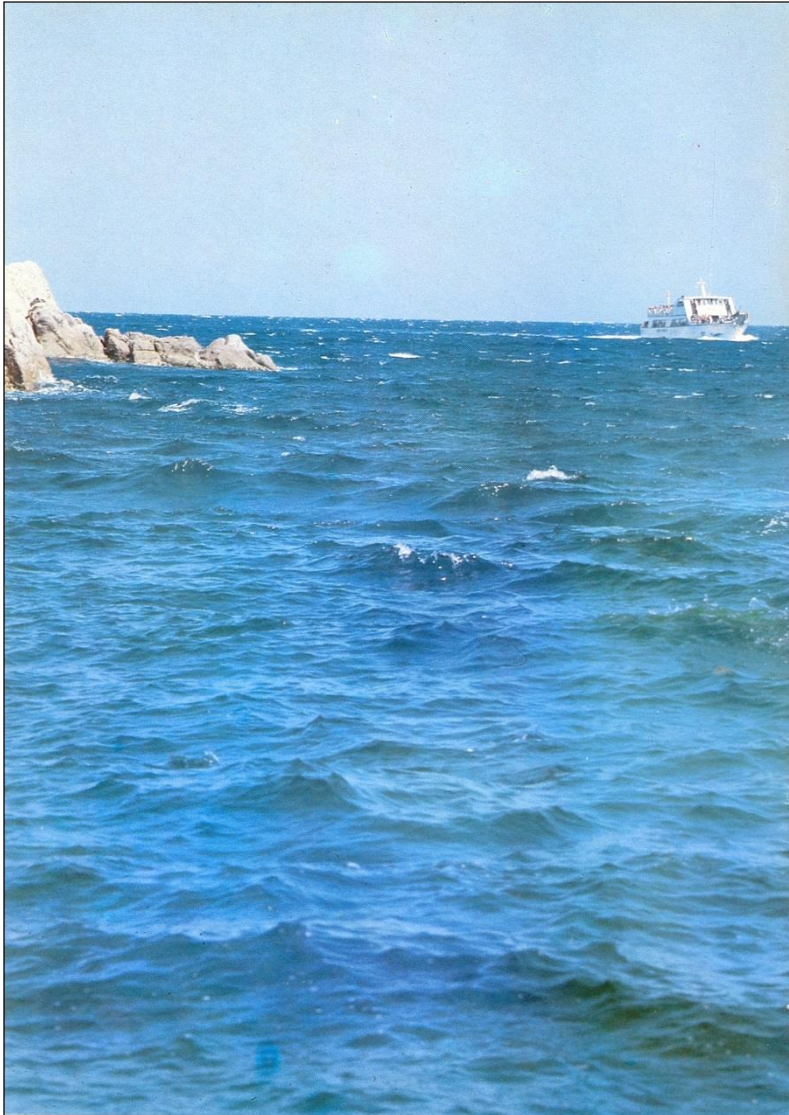
The SNS 11 (Satellite Navigation System) – containing two channel receiver – is small size, two-hand portable ruggedized computer which is able to receive and process data of TRANSIT satellites.



## Accuracy

On one acceptable satellite pass the SNS 11 can determine its position with sufficient accuracy of 30 meters, on 25 passes with the accuracy of 5 meters, in Translocation with the accuracy of 1 meter in three dimensions (latitude, longitude and height above mean sea level). It calculates by using the WGS 72 spheroid but entering the correspondent local datum converting from WGS 72 it can do three-dimension positioning in any geodetic system.





## NAVIGATION SYSTEM

One satellite pass takes 15–20 minutes and during this time the ship moves, so we must take into consideration the ship's motion's distortion effect on the Doppler curve so as to keep the accuracy of measuring. It is more important if the ship changes its speed and heading during measuring.

After the position has been computed dead reckoning process is used to describe ship's motion (speed and heading) during each satellite pass.

By the help of speed log and gyrocompass connected to SNS 11 computer the ship's speed and heading data can be described.

The sea waves and streams spoil the accuracy of speed log measuring. This kind of error can not be permitted mainly during navigation or geophysical measuring on shelves. So we use doppler sonar to eliminate the drifting error.

Doppler sonar can be used till sea-depth of 500 meters. It measures relatively to sea bottom the ship's motion by using ultrasound.



## AUTOMATIC SHIP NAVIGATION

The ship must pass a determined route. Ship heading can be difficult when passing narrows or registering geophysical profile. The rudder can be connected to the computer too so as to make the navigator's work easier and to avoid human mistakes. In that case after entering the turn points of defined route in the computer automatic ship navigation can be used. If it is necessary the route can be changed or controlling can be switched to manual operating mode.

## Accuracy

– At one satellite pass the accuracy of positioning is 30 meters. Dead reckoning error – coming from angle navigation – is corrected automatically by navigation computer after the next satellite pass.

– Log measures the speed of motion at the accuracy of 0.25% in interval of 0.01 to 34 knots.

– Computer can measure the data coming from the gyrocompass equipped by resolver type teletransmitter at the accuracy of 0.15 degree.



## CONSTRUCTION OF SYSTEM AND DATA OF RELIABILITY

Both systems are based on SNS 11 type VIDEOTON made rugged computer. This computer is a single block rugged solid state unit with weight of 25 kg.

### Construction of point positioning system

The computer's block contains CPU, operative memory, dual channel receiver, power supply unit and control panel. For the sake of portability we've equipped two holders on the computer box. The equipment can be operated from 24 V battery. During operation its consumption from battery is 3A. We can use stand-by operating-mode between two satellite passes. This time the consumption is 0.5 A. The 14 kg, dual band, quadrifilar antenna with preamplifier is connected to computer/receiver block by a cable with max. length of 100 m.

### Construction of navigation system

It contains the above mentioned computer block an antenna and navigation equipment interfaces integrated into the computer block, extended operative storage and display for continuous displaying of big amount of data. Optionally it can be extended by the following units:

- mains adapter for power supply from 220V, 50 to 400 Mc/s mains
- data transfer lines for cooperating with display terminals or other (e.g. geophysical computers) in several places
- floppy disk unit for defined route or diary



## ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS, DATA OF RELIABILITY

- operating temperature: -15 °C to +55 °C
- op. temp. of antenna: -50 °C to +70 °C
- humidity: 100%
- salt resistance
- rain resistance
- ice pressure: max 0.02 kp/cm<sup>2</sup>
- max. wind load: 160 km/h
- storage temperature: -50 °C - +85 °C
- vibration: 5 - 500 c/s, 20 N/S<sup>2</sup>, (MIL-E-5400)
- resonance frequency > 40 c/s
- shock: 150 N/S<sup>2</sup>, 11 ms shocks (MIL-E/5400)
- dropping (delivery): according to STD-783
- power supply: 20.4 V to 40 V
  - 72/12 W - point positioning system
  - 140 W - navigator system without floppy terminals
- from mains adapter: 1 phase 220 V  $\pm 15\%$   
47 to 440 c/s  
by using mains and outside battery at the same time the power supply operate without cut
- dynamic interference elimination: according to STD-783  
1 KV impulse on 220 V
- static interference elimination: according to STD-783 (7 KV spark discharging on the surface of the box)
- EMI - STD 461 A
- weight: 25 kg/box  
7 kg/mains adapter

- air pressure: 15 to 107 KPa
- conductive cooling inside assures internal thermic balance
- MTBF : 30.000h (CPU, memory, power supply, radio receiver, antenna and peripheries' controllers)
- MTTR: 0,5 h



## MAIN CHARACTERISTICS OF THE UNITS

### Central Unit:

- contains the computers black box, CPU, power unit, operative memory 128 kbyte to expandable 512 kbyte in 128 kbyte units, the battery unit for saving of memory information and optionally control panel and mains adapter
- 16 bit CPU, DMA bus organisation, automatic microdiagnostics
- high reliable semi-conductor memory with automatic error debugging and correction
- dimensions of box: 320x210x550 mm

### Dual channel satellite receiver

- dual channel doppler receiver: 149.968 Mc/s  
399.968 Mc/s
- sensibility is better than 0.1  $\mu$  V
- dataspeed rate: 50 bit/s
- locking time < 30 s
- microprocessor control
- 10 Mc/s reference with short time stability 5.10<sup>-12</sup>

### Dual band antenna

- 150/400 Mc/s quadrifilar antenna built in each other, which avoids the vertical dead angle of rod antenna
- vertical half power beam width: 150 degrees
- horizontally plane: omnidirectional
- ellipticity:  $\pm 1$  dB
- it has built in dual channel antenna preamplifier
- residual gain is better than 28 dB
- output impedance: 50 Ohm
- power supply: remote supply from the receiver through cable
- length of the cable: max. 100 meters
- dimensions: height: 780 mm  
diameter: 450 mm

### Gyrocompass controller

- it connects a gyrop compass equipped by teletransmitter to the computer's bus

### Rudder controller

- max. 12 W output voltage for operation of the rudder.

### Log controller

- measures the relativ speed compared to water

### Doppler sonar controller

- it makes possible to measure the ship's motion in three dimensions compared to sea-bottom with ultrasound and connects a doppler sonar to the computer's bus.
- The above mentioned parts except the antenna can be built in the computer unit.

### Dual floppy drive

- single box max. 320x210x450 mm with a built in power supply
- weight: 15 kg
- power voltage demand: 20.4V-40V, 40W or from mains adapter 220V  $\pm 15\%$ , 47 to 440c/s, 50 W
- capacity: 2 x 1 Mbyte
- data transmission speed: 0.5 Mbit/s
- average access time: 80 ms
- format: FM mode IBM 3740  
MFM mode IBM system 34

### Mains adapter

- 220 V  $\pm 15\%$  makes possible to operate by alternative current, one phase mains (47 to 440c/s)
- it has a 20.4 V to 40 V direct voltage input and an automatic switch-over in case of power failure
- weight: 7 kg
- dimensions: 160x150x250 mm







Information:  
VIDEOTON  
ELEKTRONIKAI VÁLLALAT  
SZÁMITASTECHNIKAI GYÁRA  
1021 Budapest, Vörös Hadsereg útja 54  
HUNGARY  
Telephone: 320-500

Export:  
VIDEOTON  
INDUSTRIAL FOREIGN TRADING LTD.  
1068 Budapest VI., Szófia utca 9.  
Hungary  
Letters: Budapest 62. POB. 557  
Telephone: 210-520  
Telex: 22-4763  
Cables: Videoco Budapest

**LATITUDE 47° 31' 24.356" NORTH**  
**LONGITUDE 18° 59' 6.768" EAST**

# A Transit szimulátor



- kimenő RF szint állítás csatornánként is
- kézi/automatikus doppler állítás
- választható adatstruktúra

- moduláció be/ki
- KF kimenetek
- szinkronjelek stb.

# Ellenőrző kérdések

1. Milyen pályán keringtek a Transit műholdak?
2. Miért kell két frekvenciát használni?
3. Miért célszerű körpolarizált antennákat használni?
4. Miért ajánlott szimmetrikus adatszimbólumot használni?
5. Miért csak egy műholdat szabad egyszerre venni?
6. Mi a hiperbola navigáció lényege?
7. Mi a jelentősége a 2 perces adatoknak a Transit rendszerben?