

Frekvencia sweep (LIN, LOG)

Feladat:

Igazoljuk, hogy a LINEárisan ill. LOGaritmikusan (exponenciálisan) **változó frekvenciájú szinuszos jel** egyenlete:

$$x_{LIN}(t) = \sin\left(2\pi \cdot fs \cdot t + \pi \cdot \frac{fe - fs}{Ts} \cdot t^2\right)$$

$$x_{LOG}(t) = \sin\left(\frac{2\pi \cdot fs}{K} \cdot (e^{K \cdot t} - 1)\right)$$

ahol fe = **end(stop)** frekvencia

fs = **start** frekvencia, és $fe > fs$

Ts = **sweep idő**

$$K = \frac{\ln(fe / fs)}{Ts}$$

és mindkét esetben zérus a kezdő fázis.

Megoldás:

A pillanatnyi frekvencia a fázis-változással arányos, ennek integrálásával kapjuk magát a fázist, azaz a szinuszos jel argumentumát.

Az integrálásnál adódó konstans [*const*] értékét a zérus kezdő-fázis feltételnek megfelelően állítjuk be.

(1) LIN sweep ($\rightarrow T_s$ időtartam alatt f_s -től f_e -ig változik lineárisan a frekvencia):

$$f_{LIN}(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_{LIN}(t)}{dt} = f_s + S \cdot t, \quad \text{és} \quad S = \frac{f_e - f_s}{T_s}$$

S a frekvencia-változás (sweep) meredeksége.

Ez tehát lineáris FM (ún. **chirp** jel), a fázis (az argumentum) értéke kvadratikus:

$$\theta_{LIN}(t) = 2\pi \cdot \int f_{LIN}(t) dt = 2\pi \cdot f_s \cdot t + \pi \cdot S \cdot t^2 + const$$

(2) LOG sweep esetén a pillanatnyi frekvencia exponenciálisan változik

$$f_{LOG}(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_{LOG}(t)}{dt} = f_s \cdot e^{K \cdot t}$$

és természetesen $f_{LOG}(t) = f_s$, ha $t = 0$.

Ahhoz, hogy $f_{LOG}(t) = f_e$ értékű legyen ha $t = T_s$, a fent megadott K konstanst kell választani.

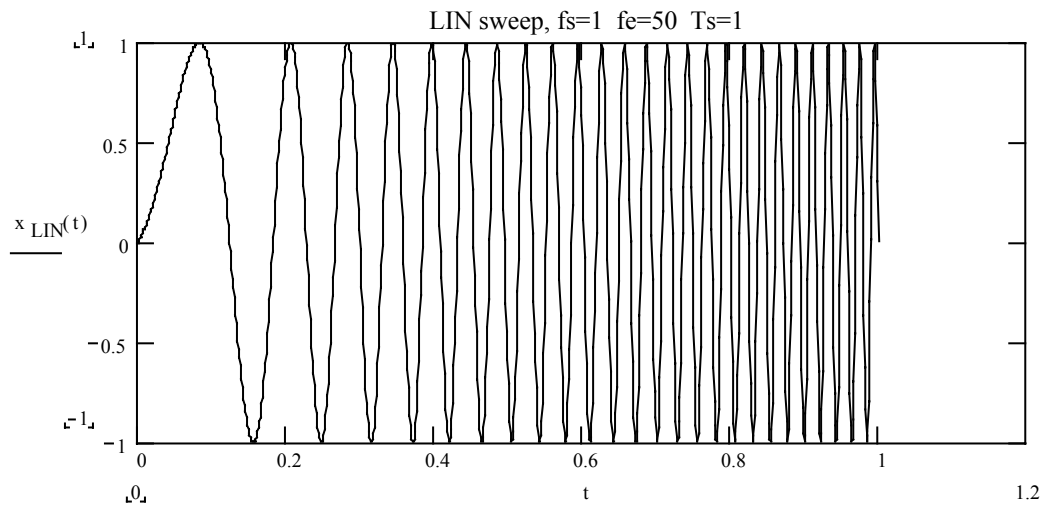
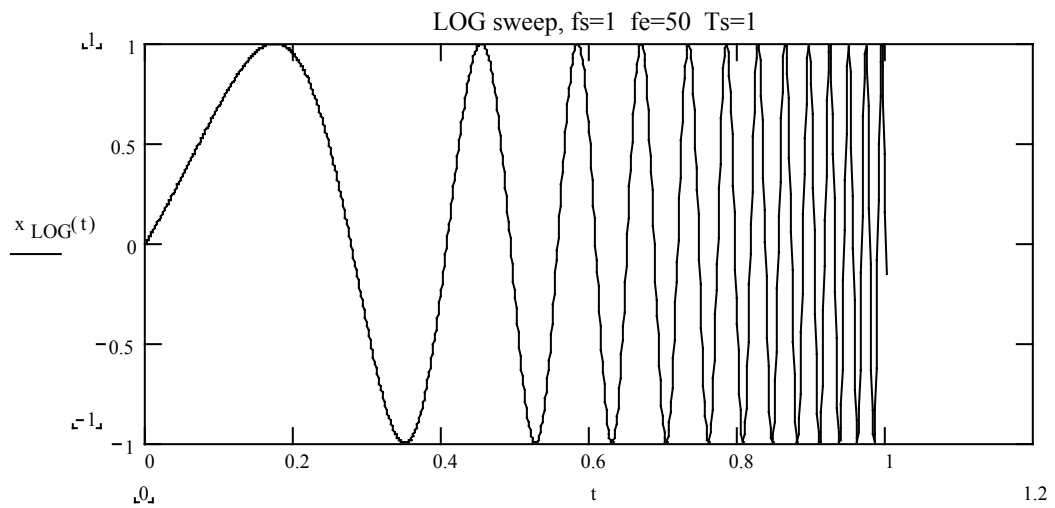
Integrálással

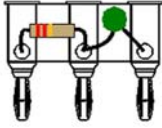
$$\theta_{LOG}(t) = 2\pi \cdot \int f_{LOG}(t) dt = \frac{2\pi \cdot f_s}{K} \cdot e^{K \cdot t} + const$$

A *const* értéke abból adódik, hogy legyen $\theta_{LOG}(t) = 0$, ha $t = 0$.

Példa:

Azonos alap-adatokkal

LIN sweep**LOG sweep**

Kísérlet (LIN sweep):

RC **alul**áteresztő hálózat átvitele – *lineáris* (!) amplitúdó skála
 Névlegesen $R = 10\text{k}\Omega$ és $C = 10\text{ nF}$; $\tau = RC = 0.1\text{ msec}$,
 $B = 1/(2\pi \cdot RC) = 1.6\text{ kHz}$

ARB generátor

carrier: sine, 1 Vrms

Sweep, mode: linear, start: 1 kHz, stop: 10 kHz, sweep-time: 1 sec

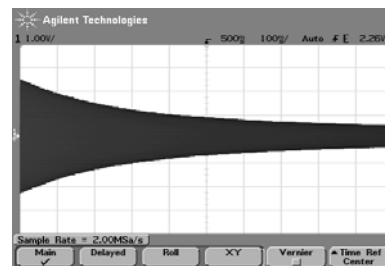
Sync out: DSO Ext Trigger

DSO (oszilloszkóp)

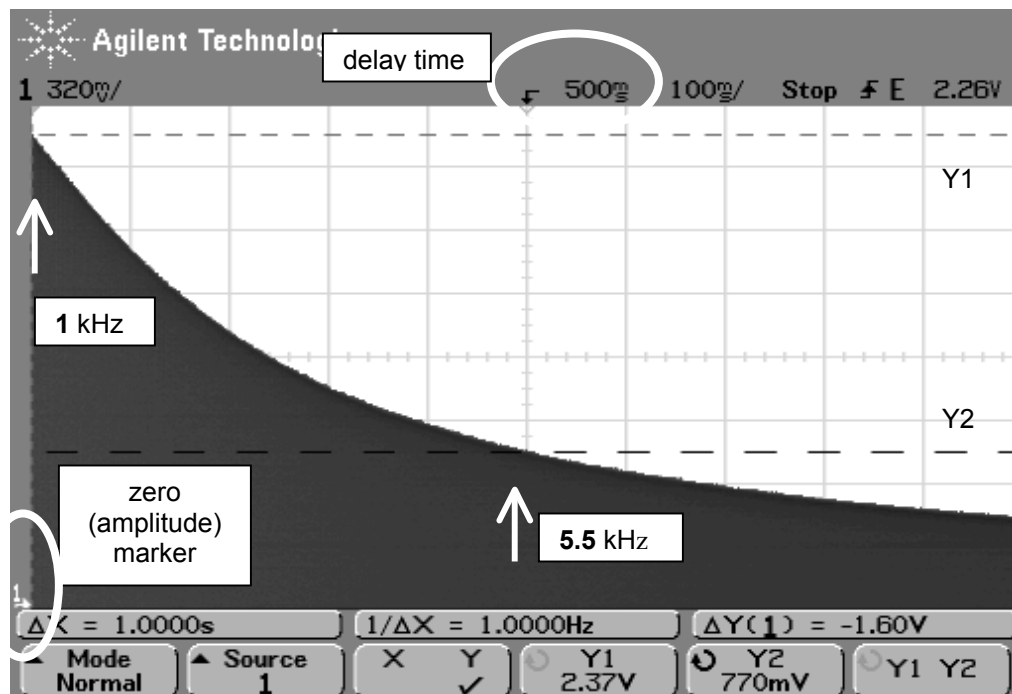
Trigger: auto-level, AC coupling, edge,
 source - Ext

Time base: 100 msec/DIV

Delay time: half of sweep-time (trigger point
 at the left edge of the screen; start freq on the
left edge and the stop freq on the *right* edge)



Vertical position: upper half of waveform (envelope; the frequency response in
linear amplitude scale) on the screen



Ellenőrizzük az Y2 mért adatot (a mért Y1 és a névleges RC értékekkel) !