

**1. Van egy alul és egy felüláteresztő szűrőnk. Ráadunk egy elég nagy T periódus idejű négyszögjelgerjesztést, amely amplitúdója  $\pm 1V$  között változik. A két szűrőt nem tudjuk külsőre megkülönböztetni, azonban amelyikre ezt a gerjesztést adjuk, az a kimenetén  $T/2$  periódusidő múlva a végértékéhez tartott. Melyik ez a szűrő, vezesse le az átmeneti függvényét és rajzolja fel a szűrőt.**

- Aluláteresztő, mert levágja a nagyfrekvenciás komponenseket, azaz azok fognak hiányozni ahol nagy a "derivált". Indoklásként érdemes lerajzolni, hogy milyen a felüláteresztő kimenetén a jelalak.
- Fel kell rajzolni egy soros R-C négyfólyust, ahol a kimenetet a kondenzátorról vesszük le.
- Másik ZH-ban illetve beugró kérdések között le van vezetve ennek az átmeneti függvénye.

**2. Neptun kód átvitele mennyi ideig tart, ha 8 adatbit 1 paritás és 2 stop bit van és adott a sebesség.**

- Itt szokásos arra kell figyelni, hogy van START bit is, tehát egy karakter 12 bitből áll.
- A NEPTUN kód 6 karakter.
- Átviendő bitek száma  $6 \cdot 12$ .
- Bitidő számolása sebességből.
- Bitidő szorozva átviendő bitek számával.

**3. Egy  $50\Omega$  kimeneti ellenállású generátor üresjárású feszültségének effektív értéke  $U_g = 5V$ . A jelalak szinuszos, a jel frekvenciája  $f = 1kHz$ . A generátor jelét egy  $l = 0,5m$  hosszú,  $Z_0 = 50\Omega$  hullámimpedanciájú kábellel digitális feszültségmérőre vezetjük.**

**a) Rajzolja fel a mérési elrendezés modelljét! Mekkora a feszültségmérőre kerülő jel csúcstól csúcsig ( $U_{pp}$ ) értéke?**

Kis vezetékknél (a hullámhosszhoz képest) a bemeneti impedancia meg fog egyezni a vezeték végén lévő terheléssel (jelen esetben szakadás, mert a volt mérőnek nagyon nagy a bemeneti impedanciája) illetve a mért feszültségek mindkét helyen közel

$$U = 5 \cdot \frac{Z_{be}}{Z_g + Z_{be}} = 5V$$

(nagyon kicsi különbség) egyformák, így

Mivel ez effektív érték így az  $U_{pp} = 5 \cdot \sqrt{2} \cdot 2V \approx 14,1V$ .

**b) A jelet a fenti kábellel egy  $R_{be} = 50\Omega$  bemeneti ellenállású eszközre vezetjük. Rajzolja fel ismét a mérési elrendezés modelljét és adja meg a bemenetre kerülő jel  $U_{pp}$  értékét!**

Ugyanaz mint az első résznél, csak  $Z_{be} = 50\Omega$ , tehát

$$U = 5 \cdot \frac{Z_{be}}{Z_g + Z_{be}} = 2,5V \quad . \text{ Így az } U_{pp} = 2,5 \cdot \sqrt{2} \cdot 2$$

4.  $Z_0 = 50\Omega$  hullámimpedanciájú  $l = 100m$  hosszúságú kábelt hajtunk meg egy  $50\Omega$  impedanciájú impulzusgenerátorral. Az elektromágneses hullám terjedési sebessége a kábelen előzetes mérések alapján  $v = 2 * 10^8 m/s$ . A kábelt szakadással "zárjuk le".

a) Mekkora lehet az impulzus maximális szélesség, hogy a kábel bemenetén ne lapolódjon át az eredeti és a reflektált impulzus?

Szakadással zárjuk le,  $\gamma = 1, T_k = \frac{l}{v} = 5 * 10^{-7} s = 0,5\mu s$ , tehát  $1 \mu s$  telik el míg a jel eljut a bemenettől a lezárásig és onnan visszaér a bemenethez, tehát ez a maximális impulzusszélesség is.

b) Mekkora lehet az impulzus maximális szélessége akkor, ha rövidzárral zárjuk le a kábelt?

Rövidzárral zárjuk le,  $\gamma = -1$  A  $T_k$  nem változik tehát a végeredmény ugyanaz,  $1 \mu s$ .

5. Adott egy 10kHz frekvenciájú periodikus jel. Alapharmonikusának amplitúdója 2V, 10. felharmonikusának amplitúdója 10mV (a többi harmonikus elhanyagolható). A jelet a frekvenciatartományban FFT segítségével vizsgáljuk. A mintavételezés koherens.

a) Hány dB különbséget mérünk a két harmonikus amplitúdója között?

$$20 \lg \frac{2}{10 * 10^{-3}} = 46dB$$

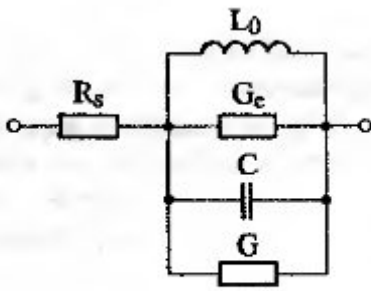
b) Hozzávetőlegesen hány dB lesz a különbség a két amplitúdó között, ha a jelet transzformáció előtt egy elsőfokú, 100Hz törésponti frekvenciájú aluláteresztő szűrőre vezetjük? Rajzolja be külön ábrába minőségileg helyesen a szűrő amplitúdókarakterisztikáját, valamint a jel spektrumát!

Az aluláteresztő szűrő a törésponti frekvenciája után 20dB-lel csökkenti az amplitúdót dekádonként.

|        |        |   |
|--------|--------|---|
| 100Hz  | 0 dB   |   |
| 1kHz   | -20 dB |   |
| 10kHz  | -40 dB | azaz az alapharmonikus amplitúdója -40dB-lel csökken ami két nagyságrend, tehát 0,02V az alapharmonikus |
| 100kHz | -60 dB | a 10. felharmonikus három nagyságrenddel csökken (-60dB), ami így 10μV lesz                             |

Az arány:  $20 \lg \frac{0.02}{10 * 10^{-6}} = 66dB$

6. Adja meg egy légmagos és egy vasmagos tekercs modelljét! Ismertesse a modell paramétereit, és azok fizikai háttérét!



|       |   |
|-------|---|
| $L_0$ | egyenáramon értelmezett induktivitás                        |
| $G_e$ | rézvezetőben örvényáram okozta veszteség                    |
| $C$   | menetek közötti kapacitás                                   |
| $G$   | kapacitás dielektrikumában keletkező dielektromos veszteség |
| $R_s$ | soros rézellenállás   |

Légmagos induktivitás modellje 
$$L = \frac{L_0}{1 - \omega^2 L_0 C}$$

Méréstechnika példatár: 7.17 feladat megoldása (172. oldal). Van egy párhuzamosan  $R_v$  és  $L$  és ezzel sorban egy  $R_s$ .

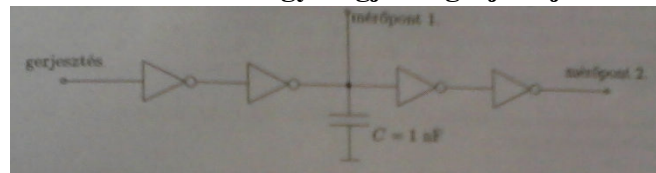
|       |                     |
|-------|---------------------|
| $R_v$ | vasveszteség        |
| $L$   | induktivitás        |
| $R_s$ | soros rézellenállás |

7. Párhuzamos RC-tag in-circuit vizsgálatát végezzük.  $R = 10k\Omega \pm 1\%$ ,  $C = 100nF \pm 1\%$ . Mekkora legyen a mérési frekvencia és az impedanciamérő mérési bizonytalansága?

$$R_e = R \times \frac{1}{\omega C} \qquad \text{Tipp : } \omega = \frac{1}{RC} = 1000 \frac{rad}{s}$$

8. Adott az alábbi logikai hálózat. A hálózatot 10kHz-es négyszögjellel gerjesztjük.

a) Rajzolja fel a gerjesztőjel és a "mérőpont 1"-en mérhető jel hullámformáját!



Elvileg késleltet két inverter- késleltetési időnyit, a jelalakot a kondi megváltoztatja, mert a négyszögjel végtelen sok szinuszos összege, és a kondenzátor végtelen frekvencián rövidzárként viselkedik, tehát egy "szűrő". Így a nagyfrekvenciás komponensek nem jelennek meg, nem lesz annyira négyszögös.

b) Hogyan befolyásolja a kondenzátor a "mérőpont 2"-n mérhető felfutási időt (rise time)?

Bár a kondi elrontja a négyszögjelet, emiatt a komparálási feszültséget később éri el a felfutó ill. lefutó él, így megnő a késleltetés. Ugyanakkor az inverterek a kondi után a négyszögjelet visszaállítják. A felfutási idő nem növekszik a mérőpont 2-n (hála az invertereknek), csak késni fog, mert később éri el a komparálási feszültséget a jel.

c) Hogyan befolyásolja a kondenzátor a "mérőpont 2"-n az egész hálózatra mérhető jelterjedési időt (propagation time)?

Lásd b) kérdés...

9. Egy 4 bites egyenlőség komparátor egyik 4 bites bemenetére (A3-A0) egy 4 bites számláló van kapcsolva, a másik 4 bites bemenetére (B3-B0) 1000. A számláló 1MHz órajellel működik. A komparátor egyenlőség kimenetén hazard jelenik meg, amelynek hossza 80...100ns. Röviden írja le, hogyan állapítaná meg logikai analizátor segítségével, hogy a számláló mely állapotátmeneténél van hazard! A logikai analizátor mintavevő órajelének maximális frekvenciája 100MHz (T=10ns) és ennek 2-vel osztottjai állíthatók be.

A mintavételi idő legyen kisebb mint 80ns az a lényeg, pl. 70ns jó lenne, de csak  $10 \cdot n$ , (ahol  $n=1,2,4,8,16...$ ) állítható be, így 40ns. A számláló mintavételi ideje  $1 \mu s$ . A vizsgálathoz egy összetett triggerfeltétel kell, három egymásutáni állapot legyen: 010 és 0110.

---

10. Ismertesse a párhuzamos port SPP és EPP módjai közötti fontosabb különbségeket! Melyik mód biztosít gyorsabb adatátviteli sebességet?

- Az SPP módhoz egyetlen 8 bites kimeneti adatregiszter tartozik. Az EPP módhoz egy 8 bites címregiszter és a lehetséges 256 egyedileg címezhető adat regiszterből csak az első 4 címhez tartozik egy-egy írható/olvasható 8 bites adatregiszter.
  - A párhuzamos port SPP üzemmódjában csak adatkivitel történik, nincs cím információ. Ekkor a kijelző formátuma "dd", ahol a " " két szóköz a felső két kijelző számjegy kikapcsolt állapotára utal, míg a "dd" a kiküldött adat byte hexadecimális értéke az alsó két számjegyen. A párhuzamos port EPP üzemmódjában adat és cím kivitel ill. beolvasás is történhet. Ha az utolsó EPP ciklus cím átvitel volt, akkor a kijelző képe "aa", ahol az "aa" a kiküldött/beolvasott cím byte hexadecimális értéke a felső számjegyeken, míg a " " két szóköz az alsó két kijelző számjegy kikapcsolt állapotára utal.
  - EPP biztosít gyorsabb adatátvitelt.
- 

11. Adott egy speciális kódolású, 6-os számlálót megvalósító sorrendi hálózat, amelynek 4 kimenete van (Q0, Q1, Q2, Q3). A számláló ciklikusan a következő sorozatot adja ki: 1100, 0001, 0010, 0101, 0111, 0011, 1100, ... A hálózatról egy hagyományos oszcilloszkóp segítségével kell eldönteni, hogy megfelelően működik-e. Röviden írja le hogyan végezni el a mérést!

Tudni kéne, hogy hány csatornás az oszcilloszkóp, mert pl. 4 csatornásra simán csak rátesszük az egyes kimeneteket 1-1 csatornára, és leellenőrizzük az értékeket.

Ha 2 csatornás (mint ahogy a laborokban is), akkor 2 teljes ciklust ellenőrzünk végig. Elsőnél pl. a számláló alsó két bitjét tesszük az oszcilloszkóp bemeneteire és feljegyezzük az értékeket, a második ciklusban pedig a felső két bit kimenetét nézzük, így a második ciklus végére meglesznek az állapotkódok.

12. Egy 10 V csúcsértékű, 1 kHz frekvenciájú szimmetrikus négyszögjelet mérünk az alábbi műszerekkel, mekkora értéket mutatnak?

| Mérőműszer              | Mért érték | Kijelzett érték                |
|-------------------------|------------|--------------------------------|
| Effektív érték mérő     | 10V        | $\frac{10}{\sqrt{2}} V$        |
| Csúcsértékmérő          | 10V        | 10V                            |
| Abszolút középértékmérő | 10V        | $10 * \frac{\pi}{2\sqrt{2}} V$ |

Mindegyik szinuszos jelet feltételez, és mindegyik effektív értéket jelez ki.

*Nem biztos, hogy helyes ez a megoldás!*

13. Azonos frekvenciájú szinuszos jelek közötti fázisszöget mérünk oszcilloszkóppal időeltolódás és periódusidő alapján:

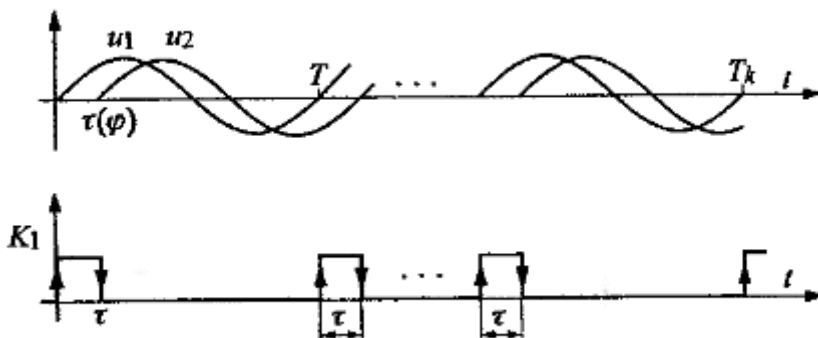
a) Rajzolja fel a mérési elrendezést!

A két jelet az oszcilloszkóp két különböző csatornájára tesszük. Mindkét jelen megkeresünk egy azonos fázishelyzetnek megfelelő értéket, célszerű a nullátmenetet választani. Ezek távolsága adja meg az időtengelyen a késleltetést, ami  $\Delta t$ . A T periódusidő meghatározható bármelyik jel két egymás utáni azonos irányú nullátmenete alapján.

b) Rajzolja fel a mért jelalakokat, jelölje be rajta a mért mennyiségeket, és adja meg a fázisszög származtatási összefüggését!

$$\varphi = 360^\circ \frac{\Delta t}{T}$$

A fázisszög az alábbi képlettel határozható meg:

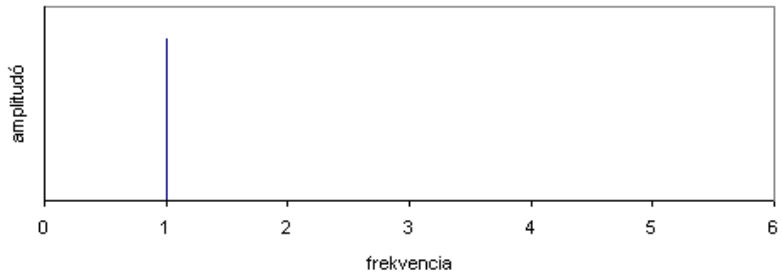


c) A periódusidőt és a fázistolást ugyanazzal az időalappal mérjük. A leolvasási bizonytalanság 1%, az időalap-generátor erősítéshibája 0,5% és a függőleges erősítő erősítőhibája 0,5%. Mekkora a fázisszögmérés relatív hibája legrosszabb esetben?

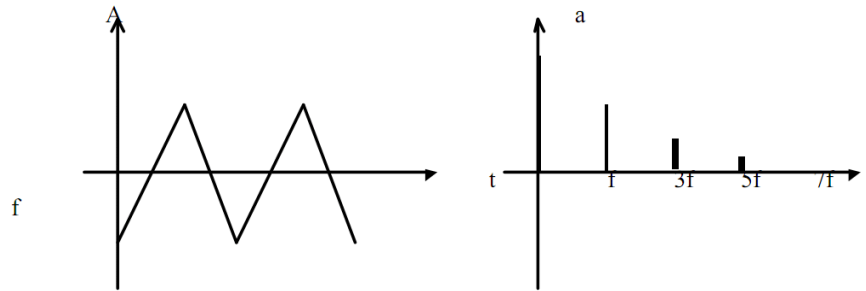
A mérés előnye, hogy nem függ a pontosság az oszcilloszkóp időalapjának pontosságától. Legrosszabb esetben ( *worst case* ) a hiba: 1%, mivel az erősítéshiba nem változtatja meg a nullátmeneteket.

**14. Adja meg az ideális szinuszjel és szimmetrikus háromszögjel amplitúdóspektrumát! A spektrumokat jellegre helyes ábrán szemléltesse!**

Színusz jel spektruma:



Háromszögjel időfüggvénye és spektruma:



*A háromszögrezgés és spektruma.*

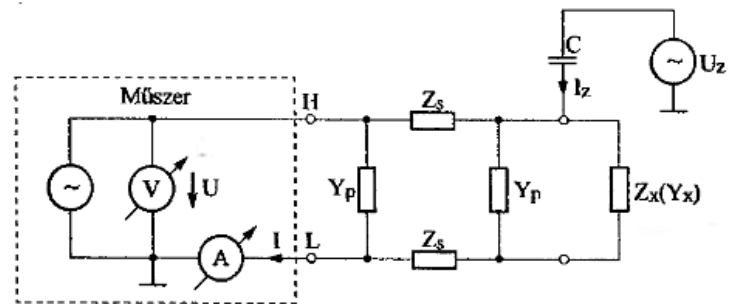
$$a_n = \frac{4A}{n^2\pi^2} \sin \left| \frac{n\pi}{2} \right|$$

Megjegyzés: spektrum meghatározása:

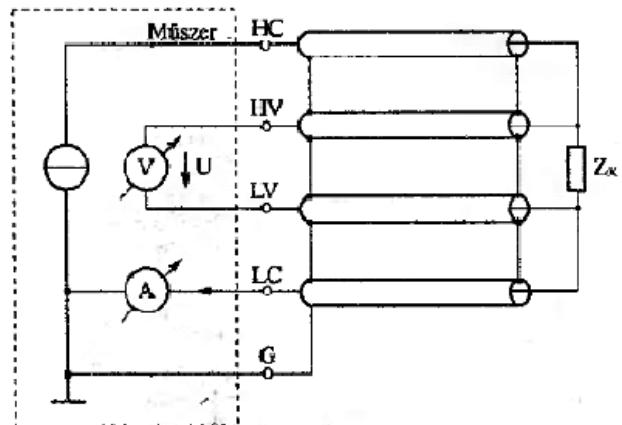
**15. Rajzolja föl a kettő- illetve a négyvezetékes impedanciámérést! Milyen esetekben fontos a négyvezetékes elrendezés?**

Négyvezetékes mérés jelentősége:

Kis impedanciák esetén a hozzávezetési és kontaktellenállásokat hatástalanítandó, a négykapcsú mérési elrendezés indokolt, ha összemérhető a mérendő ellenállás értéke a hozzávezetések ellenállásával.



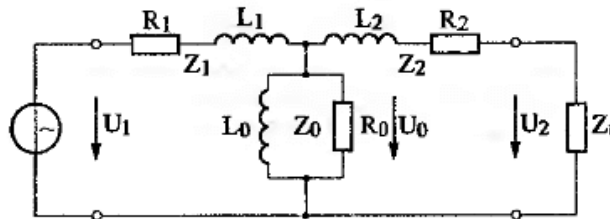
Kétvezetékes impedanciámérés



Négyvezetékes impedanciámérés

16. Rajzolja fel egy 2:1 áttételű transzformátor modelljét! Ismertesse a modell fizikai jelentését! Hogyan viszonyulnak egymáshoz a modellparaméterek laza és soros csatolás esetén?

Sorosnál a főmező reaktancia nagyságrendekkel nagyobb, mint a szórt lazánál pedig fordítva.



A feszültégváltó modellje

|            |  |  |
|------------|--|--|
| $U_1$      | primer feszültég                             |  |
| $U_2$      | szekunder feszültég                          |  |
| $Z_1, Z_2$ | primer, szekunder oldali szórási impedanciák | Valós komponens: rézellenállás; Képzetes komponens: szórási induktivitás |
| $Z_0$      | mágnesező impedancia                         | $L_0$ mágnesező impedanciából és $R_0$ vasveszteségi ellenállásból áll   |

17. Egy D flip-flopot a következő gyári adatok jellemeznek:

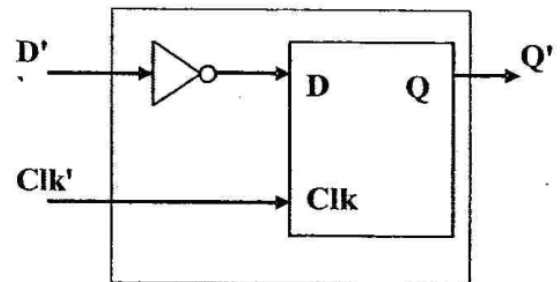
A flip-flop adatbemenetére jutó jelet egy inverteren keresztül vezetjük keresztül az alábbi ábrán látható módon.

|            |              |       |
|------------|--------------|-------|
| setup time | $t_{su,max}$ | 10 ns |
| hold time  | $t_{h,max}$  | 5 ns  |

Az inverter jelterjedési késleltetései:

Adja meg a worst case setup időt erre a módosított flip-flopra!

|          |     |     |
|----------|-----|-----|
|          | min | max |
| $t_{LH}$ | 3ns | 5ns |
| $t_{HL}$ | 2ns | 4ns |



15 ns a setup worst case-ben

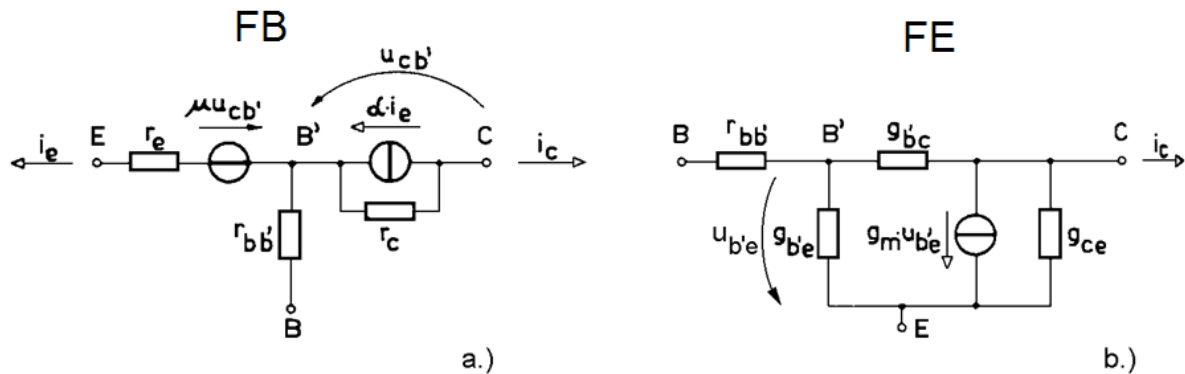
$$t'_{su} = t_{su} - \min(t_{LH}) + \max(t_{LH}, t_{HL})$$

$$t'_h = t_h + \max(t_{LH}) - \min(t_{LH}, t_{HL})$$

Itt a '-s tagok a módosított ff paraméterei. Az első korrekciós tag az órajel késleltetésének hatása, ezért kell csak a  $t_{LH}$  sorból venni a min/max értékeket (táblázat első sora). A második korrekciós tag az adat késleltetésének eredménye, így a  $t_{LH}$  és  $t_{HL}$  sorokat is figyelembe kell venni (tehát az egész táblázatot).

Amikor egy korrekciós taggal növeljük az eredményt, akkor maximum kell, amikor csökkentjük, akkor minimum kell, így lesz a végeredmény maximális, tehát worst-case eredmény".

18. Rajzolja fel a bipoláris tranzisztor 5 elemes helyettesítőképét! Adja meg a helyettesítőkép elemeit a tranzisztor fizikai paramétereivel!



$$g_{b'c} = \frac{1}{r_c} - \mu g_{b'e} \quad g_{ce} = \frac{\mu}{r_e} \quad g_{b'e} = \frac{1}{r_e(\beta + 1)} \quad g_m = \frac{I_c}{U_t} \quad r_e = \frac{U_t}{I_C}$$

19. Egy törölhető 6-os számláló ( $Q_2 \dots Q_0, Cl, CLK$ ) a katalógus alapján maximálisan 30MHz-es órajellel működtethető. Meg kell határoznunk, hogy egy konkrét példánynak mekkora a maximális működési frekvenciája. Rendelkezésre áll egy változtatható frekvenciájú (1Hz...200MHz) generátor és egy logikai analizátor. A számláló bemeneteire tetszőleges konstans logikai értéket kapcsolhat (kapcsolók segítségével). Röviden írja le, hogy miként oldaná meg a feladatot!

A logikai analizátor adat bemeneteire csatlakoztatjuk a számláló kimeneteit. Állapotanalízis üzemmódot állítunk be, a számláló órajele a mintavevő órajel. A végállapotot (111) állítjuk be leállási feltételként. 30MHz-től növekvő frekvenciákon ellenőrizzük, hogy a számláló egymást követő állapotai megfelelnek-e a bináris számláló működésének. A legalacsonyabb olyan frekvencia ahol még igen a maximális működési frekvencia.

A *Clear* -re triggerelünk és az analizist az fogja indítani, hogy töröljük az értékeket.

20. Hasonlítsa össze a párhuzamos port mérésben vizsgált két üzemmódjának (SPP és EPP) paramétereit az alábbi kategóriák szerint! Amennyiben egy állítás az adott üzemmódra nézve igaz "+", ha hamis akkor "-" jellel jelölje!

| Tulajdonság                         | SPP | EPP | Magyarázat ( ez nem volt feladat )  |
|-------------------------------------|-----|-----|---|
| Kétirányú adatátvitel               | -   | +   | Az SPP módban csak kimenő irányú adatátvitel történik, EPP módban lehetséges a cím és adat kivétel mellett ezen paraméterek visszaolvasása is.  |
| Nincs címzési lehetőség             | +   | -   | Az SPP módhoz egyetlen 8 bites kimeneti adatregiszter tartozik. Az EPP módhoz egy 8 bites címregiszter és a lehetséges 256 egyedileg címezhető adat regiszterből csak az első 4 címhez tartozik egy-egy írható/olvasható 8 bites adatregiszter. |
| Nagy sebesség                       |     | ?+? |   |
| Átvitelszinkronizáció lehetősége    | ?+? |     |   |
| Szoftveres átvitelvezérlés a PC-ben | +   |     |   |



21. Adjon meg egy olyan tesztvektor-sorozatot az alábbi állapottáblával megadott, egyetlen X bemenettel rendelkező automatához, amely leteszteli az összes állapotátmenetet. A mellékelt táblázatban azt is tüntesse fel, hogy adott bemenetre milyen állapotba kerül az automata! Az automata a RESET jelre az A állapotba kerül.

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| X | 0   | 1   |
| A | B\0 | B\0 |
| B | C\1 | A\1 |
| C | C\1 | A\0 |

Átmenetek:

- A -> B
- B -> C,A
- C -> C,A

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RESET   | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| X       | - | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| állapot | A | B | A | B | C | C | A | B |

22. Graetz típusú egyenirányító:

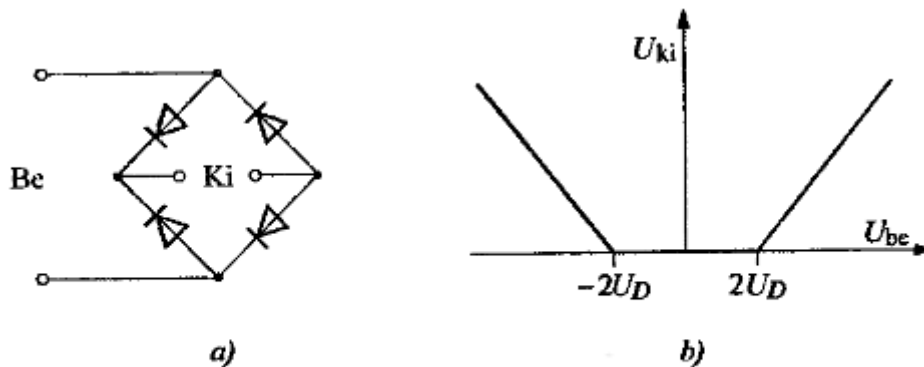
a) Jelölje a váltakozó áramú bemenetet és az egyenáramú kimenetet, jelölje a polaritást is!

b) Rajzolja fel a kimeneten megjelenő jel alakját abban az esetben, ha a bemenetre  $f_0$  frekvenciájú szinuszos feszültséget kapcsolunk!

A transzfer karakterisztika segítségével megrajzolható, hogy milyen a kimenet.

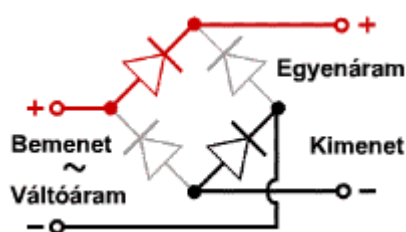
c) Adja meg az egyenirányított jel váltakozó komponensének frekvenciáját!

A lüktető egyenáram frekvenciája a váltóáram duplája.

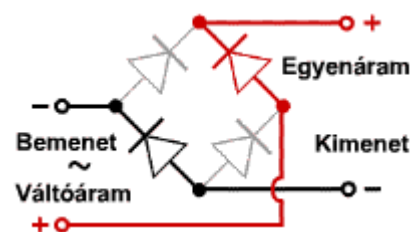


2.69. ábra. Kétutas egyenirányító  
a) kapcsolás; b) transzferkarakterisztika

1.



2.



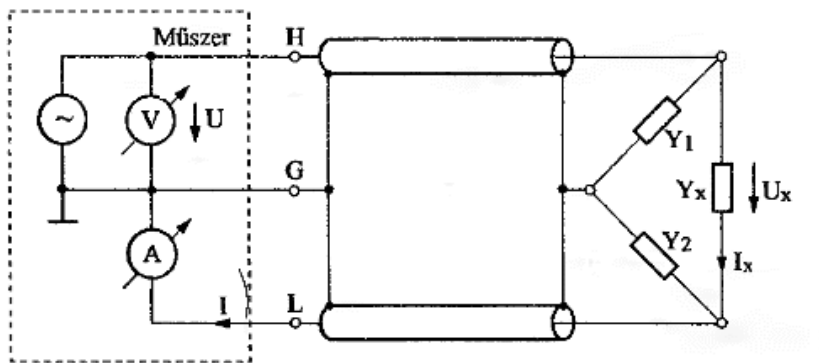
**23. Adja meg a szimmetrikus négyszögjel amplitúdóspektrumát! Hogyan változik a spektrum, ha a szimmetria megsérül (az előjelváltás nem pontosan félperiódusonként következik be)? A spektrumot jellegre helyes ábrán szemléltesse!**

A spektrum:  $f_0$  frekvenciájú négyszögjel összetevői  $n \cdot f_0$  frekvenciákon vannak, ahol  $n$  páratlan szám. Az egyes összetevők amplitúdói a frekvencia növekedtével ( $1/x$ ) szerint csökkennek.

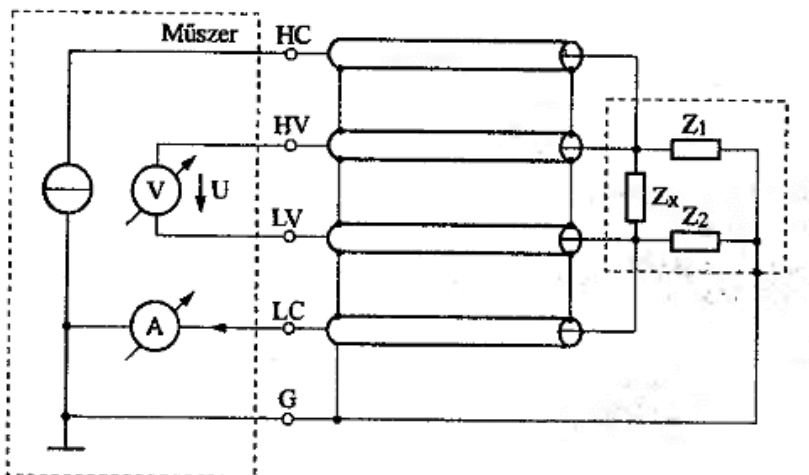
Az alappfrekvencia páratlanszámú többszörösein jelennek meg összetevők csökkenő amplitúdóval, azaz  $f$  frekvenciájú négyszögjelnek lesz összetevője  $f, 3f, 5f, 7f \dots$  frekvenciákon, ez a végtelenig tart elméletileg. (ugyanis a négyszögjel végtelen sok ilyen szinuszból állítható elő tökéletesen)

Ha nem szimmetrikus a négyszögjel, akkor megjelennek a páros számú többszörösei is az alapharmonikusnak.

**24. Három és ötvezetékes mérés. Milyen esetekben fontos az ötvezetékes?**



Háromvezetékes admittanciamérés



Ötvezetékes impedanciamérés

Hárompólus négykapcsú mérésénél ötvezetékes mérést kell használnunk,  $Z_1, Z_2$  impedanciák áramát G pontba tereljük.

25. Egy  $600\ \Omega$ -os forrást TELECOM transzformátor segítségével  $600\ \Omega$ -os terheléshez illesztünk. A transzformátor primer és szekunder ellenállása  $25,3\ \Omega$ . Számítsa ki a transzformátor áttételét!

Képlet:  $R_b = R_1 + n^2 R_2 + n^2 R_t$  ahol:

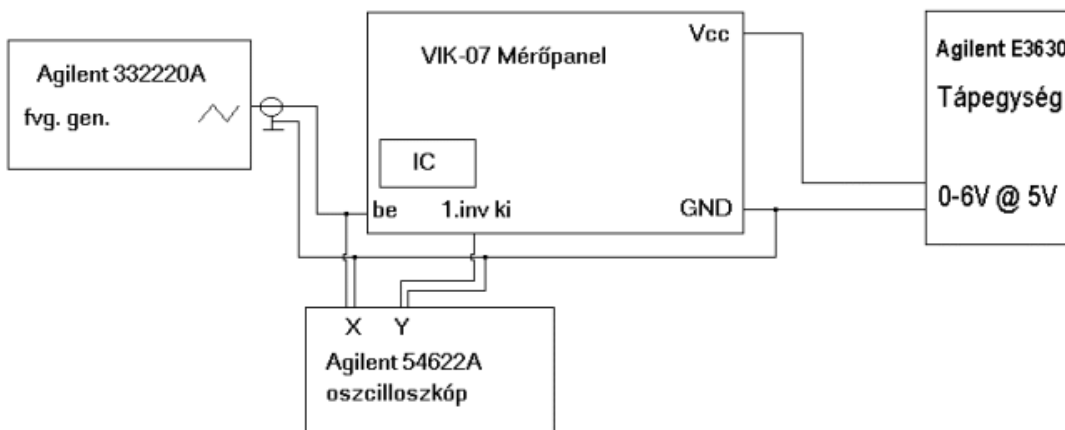
- $R_b$ - generátor belső ellenállása
- $R_1, R_2$ - tekercsek DC ellenállása
- $R_t$ - terhelő ellenállás

$$n = \frac{N_{primer}}{N_{szekunder}}$$

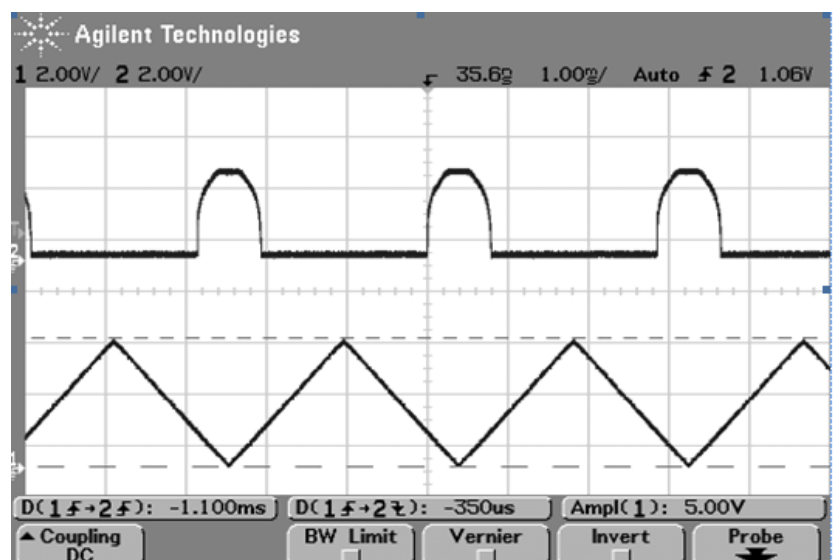
Tehát: 
$$n = \sqrt{\frac{R_b - R_1}{R_2 + R_t}} = 0.95$$

26. TTL inverter transzfer karakterisztikájának mérés:

- Rajzolja fel a mérési elrendezést
- Határozza meg milyen gerjesztést alkalmazna
- Ábrázolja a gerjesztő jel és az inverter arra adott válaszának időfüggvényét egy ábrán. Ne feledkezzen meg az y tengely (feszültség) helyes skálázásáról!



A mérésen 0V alapszintű  $5V_{pp}$  nagyságú kb. 350Hz-es jellel kellett vizsgálni XY üzemmódban (mindképpen pozitív feszültség kell, hiszen a TTL áramkörök a negatív feszültséget levágják)



**27. Rajzolja fel a bipoláris tranzisztor  $h_{21}$  paraméterének mérésére szolgáló mérési összeállítást! Röviden ismertesse a mérés lépéseit!**

$$h_{21} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \Big|_{U_{CE} = \text{konstans}}$$

Közös emitteres kapcsolás, áramgenerátorosan meghajtjuk a bázis felől (feszgenerátor, és a bemeneti ellenálláshoz képest sokkal nagyobb ellenállás) és  $U_{CE}$ =állandó az a kimeneti ellenálláshoz képest rövidzár (gyakorlatilag árammérő-vel kell lezárni).  $I_B, I_C$  értékéből számítható.

Itt van elrendezés: [Laboratórium 1 - 2006 őszi ZH megoldások](#)

**28. Egy ciklikusan működő állapotgép 2MHz-es órajellel működik. Az állapotgép 3 bites állapotai: 100, 010, 001. A többi kód nem fordulhat elő. Logikai analizátorral hogyan ellenőrizné, hogy nem lép hibás kódú állapotba a hálózat?**

A logikai analizátor adat bemeneteire csatlakoztatjuk a számláló kimeneteit. Állapotanalízis üzemmódot állítunk be, a számláló órajele a mintavevő órajel. 2MHz-en ellenőrizzük, hogy a számláló állapotai megfelelnek-e az állapotgép működésének.

**29. Neptun kód átvitele 2 Stopbittel:**

- Neptun kód: 6 karakter
- 1 karakter átvitele: 1 start bit + 8 adatbit(maga a karakter) + 2 stop bit (paritás nem volt megadva az +1 bit lenne még.)
- Tehát 1 karakter átvitele 11bit küldésével történik, innen 6 karakter = 66 bit

| 4-féle átviteli sebesség(gondolom) | számolás  | neptun kód átviteléhez szükséges idő: |
|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 19200 bps                          | 66/19200  | 0.00343 sec                           |
| 38400 bps                          | 66/38400  | 0.00171 sec                           |
| 57600 bps                          | 66/57600  | 0.00114 sec                           |
| 115200 bps                         | 66/115200 | 0.00057 sec                           |

**30. Hogyan tesztelne le egy FPGA-ban megvalósított, viszonylag kevés állítotú szinkron sorrendi hálózatot, ha a logikai analizátor áll rendelkezésre és az FPGA-ban még sok erőforrás van kihasználatlanul (bőven van hely további hardver megvalósításához)?**

**31. Időben periodikusan változó jelek esetén definiálja a következő jellemzőket:**

**a) Egyszerű középérték:**

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

**b) Abszolút középérték:**

$$U_k = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

**c) Effektív érték:**

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t))^2 dt}$$

**d) Csúcs tényező:**

$$k_{cs} = \frac{U_{csucs}}{U}$$

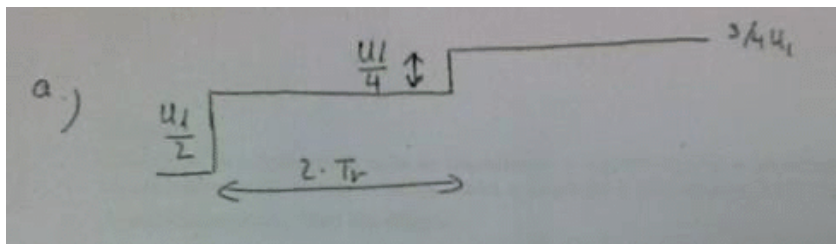
**e) Formátényező:**

$$k_f = \frac{U}{U_k}$$

32. Egy hosszú koaxiális kábel hibájának helyét szeretnénk meghatározni reflexióméréssel az időtartományban. Ennek érdekében ugrásjelet adunk egy soros ellenálláson keresztül a kábelre. A soros ellenállás értéke megegyezik a kábel hullámimpedanciájával, a generátor kimeneti ellenállását elhanyagoljuk.

a) Rajzolja fel, hogy milyen jelalak mérhető a kábel bemenetén, ha a hibahelyen a lezárás  $Z_L = 3Z_0$ -val modellezhető!

A lépésfüggvény megjelenésekor az energiamentes tápvonal bemenete  $Z_0$  impedanciát mutat függetlenül a terheléstől, így le kell osztani a feszültséget a  $R_s$  soros ellenállás és a  $Z_0$  hullámimpedancia között, ez kerül rá a bemenetre.



b) Jelölje be a releváns időintervallumokat ( $T_k$  az egyirányú út megtételéhez szükséges idő), az amplitúdókat ( $U_1$  a generátor ugrásjelének nagysága)!

c) Mekkora a reflexió tényező?  $\gamma = \frac{E_r}{E_i} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{1}{2}$

33. Szinusz generátor torzítását mérjük oszcilloszkóp FFT funkciójával. A generátor beállított paraméterei:  $U_{pp} = 1V$ , nagyimpedanciás kimenet. Az oszcilloszkópot torzításmentesnek vesszük. Két minta figyelhető meg: 100Hz illetve 300Hz frekvencián, -9dBV és -49dBV nagysággal.



a) Mekkora effektív értékű és frekvenciájú a bemenő jel?

b) A torzítás megadására használt két kifejezés?

$$k_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^{\infty} X_i^2}{\sum_{i=1}^{\infty} X_i^2}} \quad k_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^{\infty} X_i^2}{X_1^2}}$$

c) Adja meg a generátor torzítását százalékban az egyszerűbb kifejezéssel!

$$X_1 = 10^{-9/20} = 0,35V \quad X_2 = 10^{-49/20} = 0,0035V$$

Ennek megfelelően:  $k_2 = \sqrt{\frac{0,0035^2}{0,35^2}} = 0,01$  azaz 1%

**34. Egy ismeretlen felépítésű kétpólus impedanciáját mérjük a frekvencia függvényében. A kapott impedanciagörbe sáváteresztő jellegű, azaz:**

$$|Z| = 0, \text{ ha } f \Rightarrow 0$$

$$|Z| = 0, \text{ ha } f \Rightarrow \infty$$

$$|Z| = Z_m, \text{ ha } f = f_m$$

**Adja meg a legvalóságosabb 3 elemű modellt, és a modellparaméterek kapcsolatát  $Z_m$  és  $f_m$  paraméterrel!**

Mivel DC-n és nagyfrekvencián is nulla az impedancia, ezért a legjobb modell a párhuzamos LC lenne, de a rezonancián végtelen az impedanciája. Ezért a megoldás párhuzamos RLC.

Modellparaméterek közötti összefüggés:  $|Z_m| = R$

$$\text{Illetve rezonancián: } f_m = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Így DC-n a tekercs miatt rövidzár.  
A  $f \rightarrow \infty$  végtelen frekvencián a kondi miatt rövidzár.

**35. Adott egy torroid tekercs.  $N=140$ , mért értékei:  $L=50\text{mH}$ , menetkapacitás:  $C=300\text{pF}$ .**

a) Az  $A_L$  meghatározása:  $A_L = \frac{L}{N^2} = 2551\text{nH}$

b) Milyen frekvenciasávban kisebb 0,5%-nál a menetkapacitásból adódó hiba?

$$L_{eff} = \frac{L_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_r}\right)^2}$$

$$\left(\frac{\omega}{\omega_r}\right)^2 = 0,005 \quad \text{esetén}$$

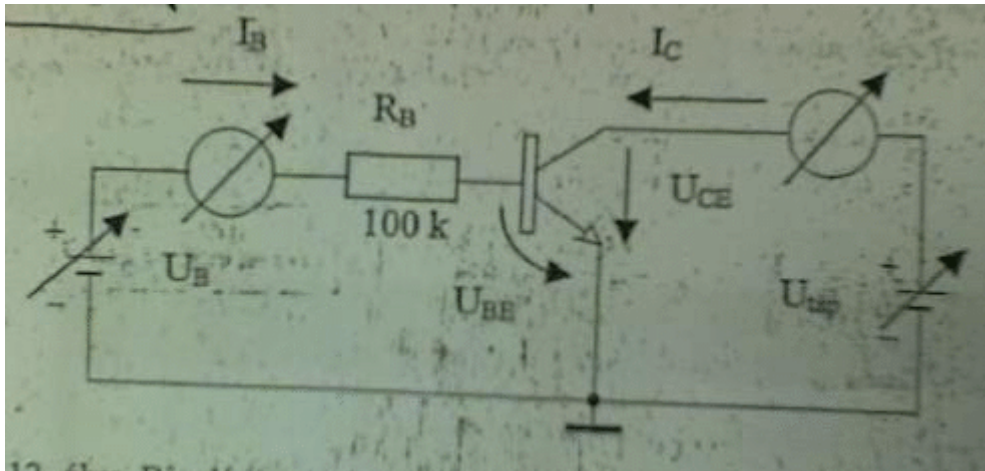
$$L_{eff} = L_0 \cdot 1,005, \text{ azaz } 5\text{-os a növekedés.}$$

$$\frac{\omega}{\omega_r} = 0,0707$$

$$\omega \leq 0,0707\omega_r = 0,0707 \frac{1}{\sqrt{LC}} = 18,25 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

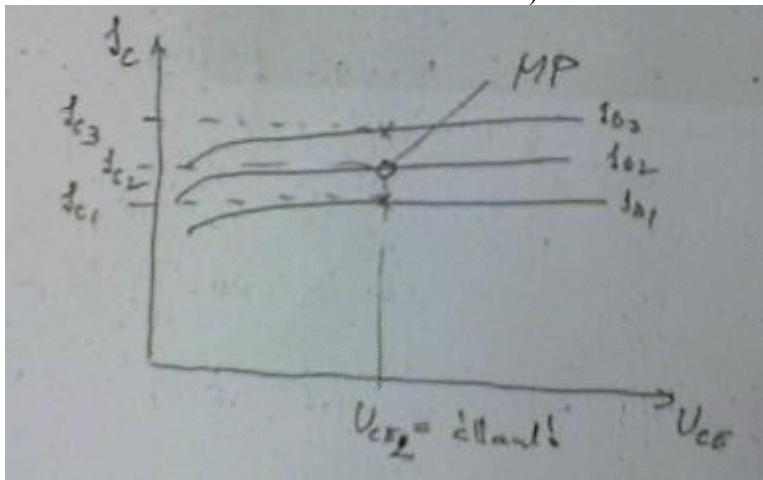
$$f \leq 2,9\text{kHz}$$

36. Adjon mérési elrendezést bipoláris tranzisztor  $h_{21}$  paraméterének mérésére, és röviden írja le a mérés menetét!



A mérőkapcsolásban árammérővel mérjük  $I_B$  bázisáramot és  $I_C$  kollektor áramot. Váloztassuk  $U_B$  és  $U_{CE} = U_{tap}$  feszültségeket.  $R_s = 100k\Omega$ -os ellenállással biztosítjuk az áramgenerátoros meghajtást.

$$\beta = h_{21} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} (U_{CE} = \text{állandó})$$

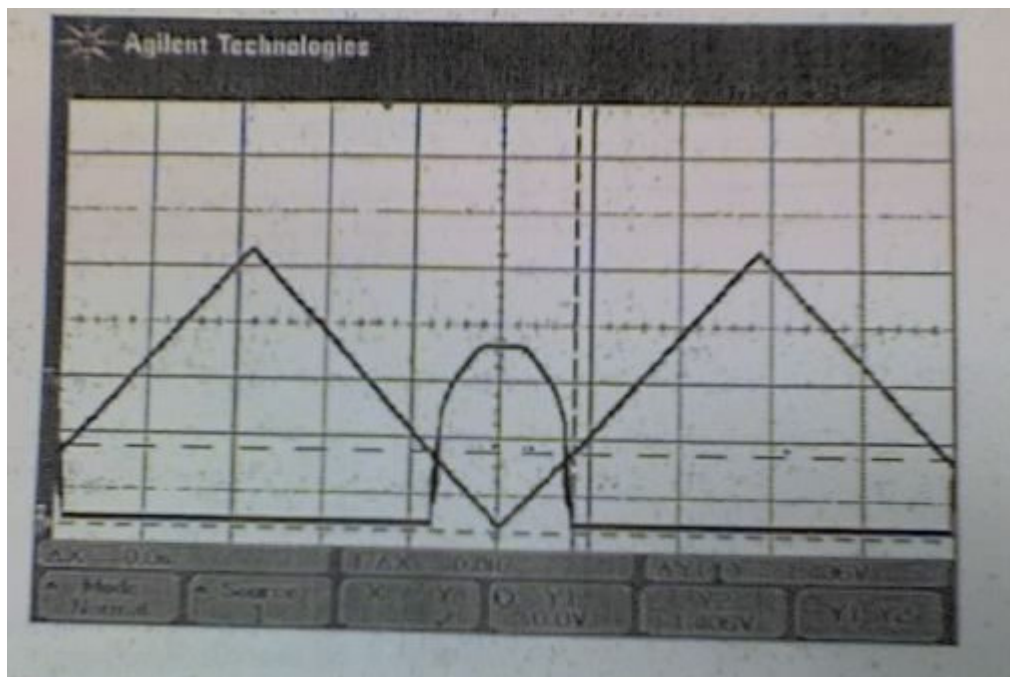


**37. TTL inverter transzfer karakterisztikáját kell megmérnie:**

**a) Milyen gerjesztést alkalmazna?**

- Mindenképpen olyat ami minden időpillanatban pozitív értéket vesz föl, ugyanis a TTL áramkörök levágják a negatív részét a jelnek.
- Szimmetrikus háromszögjel jó választás lehet, mert így jól megfigyelhető a komparálási szint, mert nincsenek benne hirtelen ugrások.
- Nem szabad nagyfrekvenciás jelnek lennie, ne legyen összemérhető a késleltetési idővel. (?)
- Mérésen: 350Hz-es 0 és 5V közötti szimmetrikus háromszögjellel mértük.

**b) Ábrázolja közös ábrán a gerjesztő jelet és a választ! Ügyeljen a tengelyek skálázására!**



---

**38. Van egy 4 bites szinkron számlálónk, mely névlegesen 40MHz frekvencián képes üzemelni. Szeretnénk megmérni, meddig növelhető ez a működési frekvencia. Ehhez adott egy négyszögjel generátor (1Hz-200MHz), valamint egy logikai analizátor. Röviden írja le, hogyan végezné el a mérést!**

A logikai analizátor adat bemeneteire csatlakoztatjuk a számláló kimeneteit. Állapotanalízis üzemmódot állítunk be, a számláló órajele a mintavevő órajel. A végállapotot (1111) állítjuk be leállási feltételként. 40MHz-től növekvő frekvenciákon ellenőrizzük, hogy a számláló egymást követő állapotai megfelelnek-e a bináris számláló működésének. A legalacsonyabb olyan frekvencia ahol még igen, a maximális működési frekvencia.



**39. Tételezze fel, hogy egy soros adó képes egy karaktersorozat folytonos, szünet nélküli kiadására! Ha az átviteli mód paraméterei 8 adatbit, 1 paritásbit és 2 STOP bit 9600 bit/s átviteli sebesség mellett, akkor az Ön NEPTUN-kódjának az átvitele mennyi ideig tart?**

9600bps esetén a bitidő  $104,167 \mu\text{s}$ .

Az átviteli mód 1START + 8 adat + 1 PAR + 2 STOP = 12bit/karakter keretet határoz meg.

Egy karakter átvitele  $12 \cdot 104,167 = 1,25 \text{ms}$

Neptun kód 6 karakter, így  $6 \cdot 1,25 \text{ms} = 7,5 \text{ms}$

**40. Adjon tesztvektort, mely az automata összes állapotátmenetét teszteli!**

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| X | 0   | 1   |
| A | C/0 | B/0 |
| B | C/1 | B/1 |
| C | B/0 | C/0 |

|         |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| RESET   | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| X       | - | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | - |
| állapot | A | B | B | C | C | B | A |

Több jó megoldás is lehetséges!

**41. Határozza meg egy egyenfeszültségű generátor Thevenin helyettesítőképének elemeit ( $U_0, R_b$ ) a következő mérési eredmények alapján:  $U_1=10\text{V}$ ,  $U_2=9.88\text{V}$ . Az  $U_1$  kapocsfeszültséget terhelés nélkül, az  $U_2$ -t  $R_t=1\text{k}\Omega$  terheléssel mértük.**

- Terheletlen esetben:  $U_0 = U_1$
- Terhelt esetben:  $U_{rb} = U_0 - U_2(R_b - n \text{ eső fesz}),$   

$$\frac{U_{rb}}{U_2} = \frac{R_b}{R_t} \Rightarrow R_b = \frac{(U_0 - U_2)R_t}{U_2} = 0.012\text{k}\Omega$$

**42. Két azonos frekvenciájú szinuszjel közötti fázistolást szeretnénk megmérni Lissajous-módszerrel.**

**a) Rajzolja fel az oszcilloszkópon látható ábrát!**

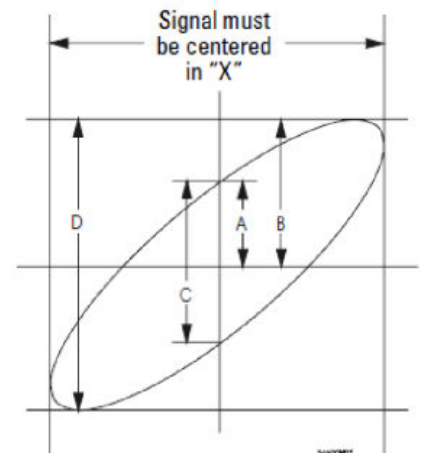
Méréskönyv 169. oldal, vagy labor segédlet 34. oldal.

**b) Adja meg a fázistolás származtatási összefüggését és a változók jelentését!**

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} * 360^\circ \quad \varphi = \arcsin\left(\frac{c}{d}\right)$$

$$c = 2 * Y_p * \sin \varphi, d = 2 * Y_p,$$

Ahol c a tengelymetszetek távolsága, d pedig a legnagyobb távolság.



**c) Milyen üzemmódban használjuk az oszcilloszkópot (időalap)?** XY üzemmódban

**d) Hogyan befolyásolja az időalap generátor nemlinearitása a mérést?**

- Nem függ tőle a pontosság, mivel az eltérítést külső jelek végzik.
- Nem befolyásolja a generátor erősítési hibája sem, mivel hányadosképzés miatt a hiba kiesik.
- Kalibrált állás fontos, mert ekkor van a földpont a képernyő közepén.

43. Az oszcilloszkóp FFT funkciójával 3 csúcsot látunk, melyek frekvenciája 100, 300 és 500 Hz, amplitúdója rendre -5.35, -14.89, -19.33dB. Ideális négyszögjel, vagy háromszögjel a bemenet? Hány Hz a bemenőjel alapprofrendiája? (megjegyzés: a szkópon 0dBV nagyságú csúcs jelenik meg 1V effektív értékű szinuszjel esetén, úgy tekintjük, hogy az FFT a spektrumot torzítatlanul méri)

- Ideális négyszögjel:  $(1/x)$  szerint változik
- Ideális háromszögjel:  $(1/x^2)$  szerint változik

Az alapprofrendia pedig 100 Hz.

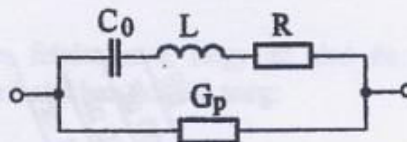
Kiszámolhatóak a dBV értékekből a feszültség értékek  $U = 10^{\frac{U_{dBV}}{20}}$ , majd a feszültségek arányai:  $U_2/U_1 = 1/3$  illetve  $U_3/U_1 = 1/5$ . Ebből látszik, hogy a megadott jel négyszögjel, mert spektruma  $1/x$  szerű a páratlan felharmonikusoknál. Háromszögjelnél  $1/9$  illetve  $1/25$  lenne a két arány.

Megjegyzés: Nyilvánvalóan fölösleges munka kiszámolni a feszültségeket, a dBV értékekből is hasonló következtetést lehet levonni.

44. Rajzolja fel egy valódi kondenzátor négyelemű modelljét. Milyen fizikai hatásokat reprezentálnak az egyes elemek? Adja meg a modell reaktáns elemeinek segítségével a rezonanciafrekvenciát!

#### Kondenzátorok

A kondenzátor leggyakoribb modellje a 2.27. ábrán látható. A modellben R és L az elektródák és a kivezetések ohmos ellenállását, illetve induktivitását,  $G_p$  a dielektromos veszteséget és az egyenáramon jelentkező átvezetést reprezentálja.



2.27. ábra. A kondenzátor modellje

A kondenzátor sarkai között mérhető,  $C_0$  és L összevonásából származó frekvenciafüggő effektív kapacitás a

$$C = \frac{C_0}{1 - \omega^2 LC_0} \quad (2.38)$$

formában adható meg, ahol  $C_0$  az egyenáramon értelmezett kapacitás.

Rezonancia frekvencia:  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$      $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$      $Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$

45. Egy telecom trafót egy  $R_0=600$  Ohm-os feszültségforrás és egy  $R_t=600$  Ohm-os terhelés illesztett elválasztására használunk. Az adatok:  $N_2=1000$ ,  $R_2=10$  Ohm,  $N_1=a \cdot N_2$ ,  $R_1=a \cdot R_2$ , ahol  $N_2$  és  $N_1$  rendre a szekunder és a primer menetszám,  $R_2$  és  $R_1$  pedig rendre a szekunder és a primer rézellenállás. Rajzolja fel a kapcsolást, benne a trafó modelljével. A szórási induktivitás és a mágnesezőáram elhanyagolható. Mekkora a szükséges primer menetszám?

Általános megoldás:

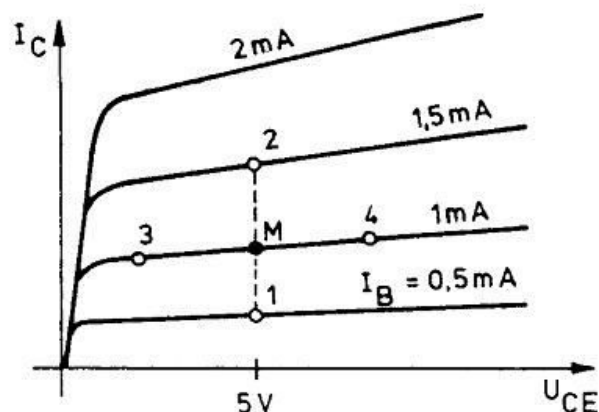
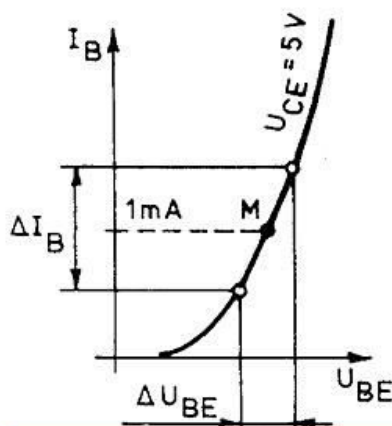
$$R_b = R_1 + n^2 \cdot R_2 + n^2 \cdot R_t, \text{ ahol:}$$

- $R_b$  - generátor belső ellenállása
- $R_1, R_2$  - tekercsek DC ellenállása
- $R_t$  - terhelő ellenállás
- $n$  - menetszám áttétel  $n = N_{\text{primer}} / N_{\text{szekunder}}$

Magyarázat: A fő cél a reflexiómentesség, ezt úgy érhetjük el, hogy illesztett lezárást alkalmazunk. Azaz a generátor belső ellenállásának és a terhelésnek meg kell egyeznie. A terhelés esetünkben összetett: tekercsek DC ellenállása, és a terhelő ellenállás. És ezek nem egyszerűen kapcsolódnak a trafó miatt. Ha a primer oldalról benézünk, akkor a szekunder DC ellenállás és a terhelő ellenállás  $n^2$ -szeresét látjuk. Ezért ez a képlet.

46. Rajzolja fel egy bipoláris tranzisztor közös (földelt) emitteres kimeneti ( $I_c$ - $U_{ce}$ ) karakterisztikáját! Jelöljön be az aktív tartományban egy munkapontot és írja le hogyan mérné meg a tranzisztor  $h_{11}$ ,  $h_{21}$ ,  $h_{22}$  (hibrid) paramétereit!

A megoldások megtalálhatóak az Elektronika I. könyvben. A kimeneti karakterisztika az 5-30as oldalon, a hibrid paraméterek számítási módjai pedig az 5-51 - 5-53as oldalakon. Illetve itt is be van mutatva egy példán (és talán inkább ezt kérnék ennél a példánál):



$$h_{11e} = \left. \frac{dU_{BE}}{dI_B} \right|_{U_{CE}=\text{áll.}} \cong \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} \Big|_{U_{CE}=\text{áll.}}$$

$$h_{21e} = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right|_{U_{CE}=\text{áll.}}$$

$$h_{21e} = \frac{I_{C2} - I_{C1}}{I_{B2} - I_{B1}}$$

$$h_{22e} = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}} \right|_{I_B=\text{áll.}}$$

$$h_{22e} = \frac{I_{C4} - I_{C3}}{U_{CE4} - U_{CE3}}$$

47. Egy D flip-flopot a következő gyári adatok jellemeznek:

$t_{su} = 20$  ns set-up time,  $t_h = 8$  ns hold time

a) A D flip-flopot egy áramkörbe építve annak órajele a helytelen kapcsolási elrendezés és vezetékvezés miatt az adatjelhez képest 5ns-mal késik. Mekkora a módosult flip-flopnak a  $t_{sn}$  és  $t_h$  értéke?

$$t_{setup} = 20 - 5 = 15 \text{ nsec}$$

$$t_{hold} = 8 + 5 = 13 \text{ nsec}$$

b) Hogyan módosulnak ezek az adatok, ha az 5ns-os késleltetés az adatvonalon lenne?

$$t_{setup} = 20 + 5 = 25 \text{ nsec}$$

$$t_{hold} = 8 - 5 = 3 \text{ nsec}$$

48. Egy decimális számlálóval frekvenciaosztót képeztünk, amellyel egy kb 50MHz frekvenciájú, szimmetrikus kitöltésű négyszögjelet osztunk le (A leosztandó négyszögjel a számláló órajelét képezi).

a) Megmérjük a leosztott jel egy periódusát a LogicWave logikai analizátorral időzítésanalízis üzemmódban, a lehető legnagyobb pontossággal. Becsülje meg a mérés relatív hibáját!

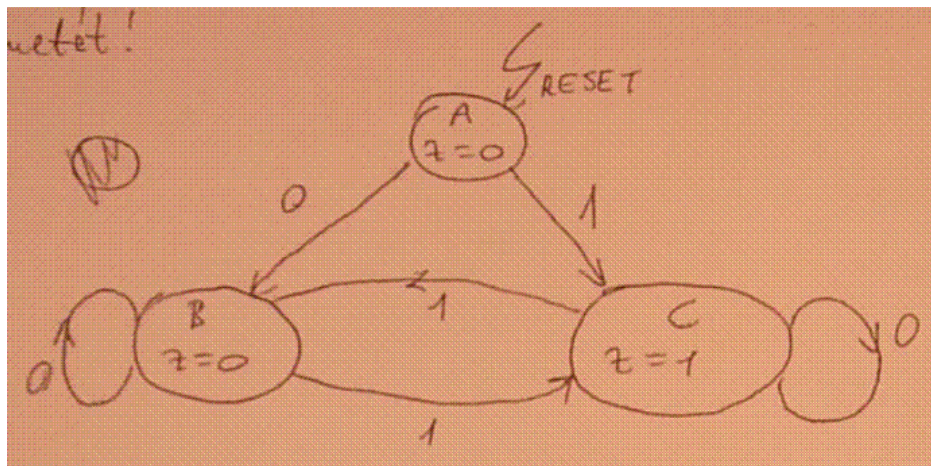
b) Hogyan módosul az előbbi hibaalap, ha a kurzorok segítségével nem egy, hanem 5 periódus idejét mérjük le?

c) Megmérhető-e a leosztott jel periódusideje a LogicWave logikai analizátor állapotanalízis üzemmódjával? + meg vannak adva adatok...

49. Rajzolja fel a 4 számjegyű 7 szegmenses kijelző egység jellemző hullámformáit időmultiplex számjegykiválasztás esetére! Milyen időzítéseket érdemes használni a "jól látható" kijelzés érdekében?

Az időmultiplexált kijelzőnél az összes kijelző ugyanazt a 7 szegmenses kódolású adatot kapja. Azonban egyszerre mindig csak egy kijelző van engedélyezve (a dekóderrel), az amelyhez tartozik az adat. Ezután a következő adat kerül a buszra (a multiplexer által), s a következő kijelző lesz engedélyezve. Ez ismétlődik ciklikusan olyan sebességgel, hogy az emberi szem egyszerre látja az összes karakter. Ehhez egy karakterre 25 Hz-nél sűrűbben kell hogy sor kerüljön. Így a számlálót n kijelző esetén legalább  $n \cdot 25$  Hz-el kell léptetni.

50. Adjon egy olyan tesztvektor sorozatot, az alábbi egyetlen X bemenettel rendelkező automatához amely leteszteli az automata összes állapotátmenetét!



|         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| reset   | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| X       | - | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | 1 |
| allapot | A | B | B | C | C | B | A | C |