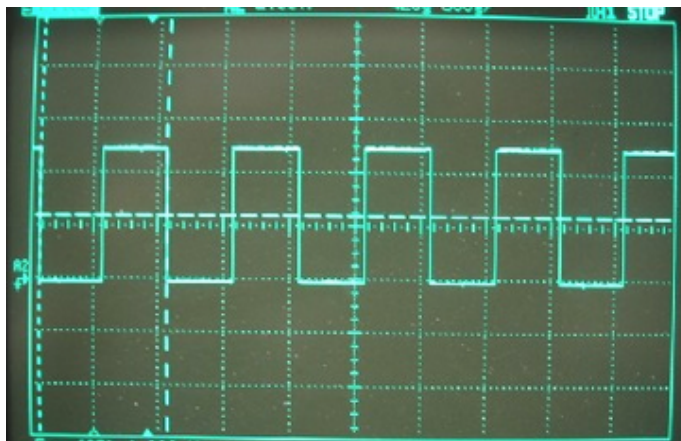
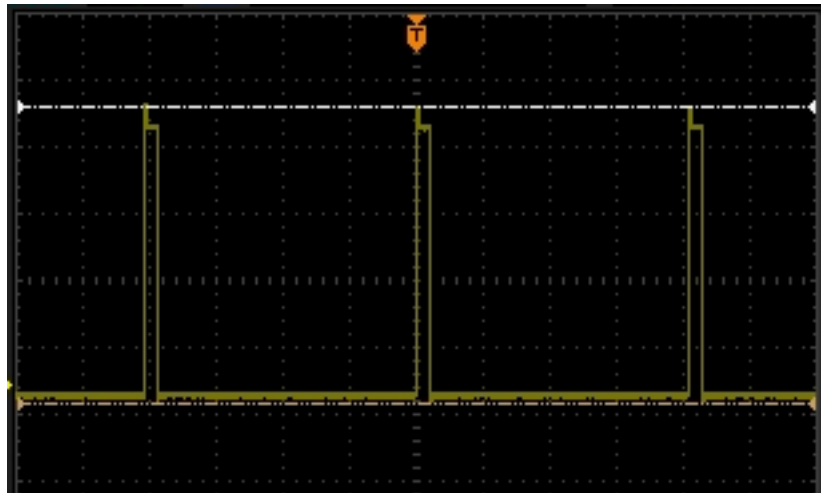


Impulzusgenerátorok

1. a) Mekkora kapacitású kondenzátor alkot egy $10\text{ M}\Omega$ -os ellenállással 1 s -os időállandójú RC-kört?
b) Ezen RC-kör kisütésekor az eredeti feszültségnek hány %-a van még meg 2 s múlva?
2. Egy RC-kör időállandója $0,6\text{ másodperc}$.
a) Mekkora feszültségre töltődik 1 s alatt a kondenzátor, ha a töltőfeszültség 100 V ?
b) Mennyi idő alatt sül ki a kondenzátor a számított feszültségről a felére?
3. Mekkora feszültségre kell feltölteni egy defibrillátor $20\text{ }\mu\text{F}$ kapacitású kondenzátorát, hogy a defibrilláló impulzus energiája 160 J legyen?
4. Mekkora az 5 ms -os időállandójú monostabil multivibrátor impulzusideje, ha az U_{trigger} kapcsoló feszültség szint $U_0/2$?
5. Hányszorosára változik a kondenzátorban tárolt energia, ha dupla feszültségre töltjük?
6. Hányszoros feszültségre kell tölteni egy kondenzátort ahhoz, hogy a benne tárolt energia megduplázódjon?
7. Egy kisebb és egy nagyobb kondenzátort azonos feszültségre töltünk. A nagyobb kondenzátor kapacitása a kisebb kétszerese. Hányszor nagyobb a benne tárolt energia?
8. Szívritmusszabályozó (pészméker) 1 ms időtartamú négyszögimpulzusainak feszültségamplitúdója 4 V . Mekkora egy impulzus energiája, ha az ingerelt területnek az elektródok közötti ellenállása $800\text{ }\Omega$?
9. A képen látható oszcilloszkóp vízszintes beosztása 500 ms/DIV , függőleges beosztása 1 mV/DIV . A négyszögimpulzussal ingerelt terület ellenállása $2\text{ k}\Omega$. Mekkora
a) az aktív és
b) a passzív állapot időtartama,
c) a periódusidő,
d) a kitöltési tényező,
e) a frekvencia,
f) az impulzusamplitúdó, és
g) egy impulzus energiája?
h) Mekkora a kapcsolóáramkörök időállandói, ha a kapcsolófeszültség $U_0/10$?

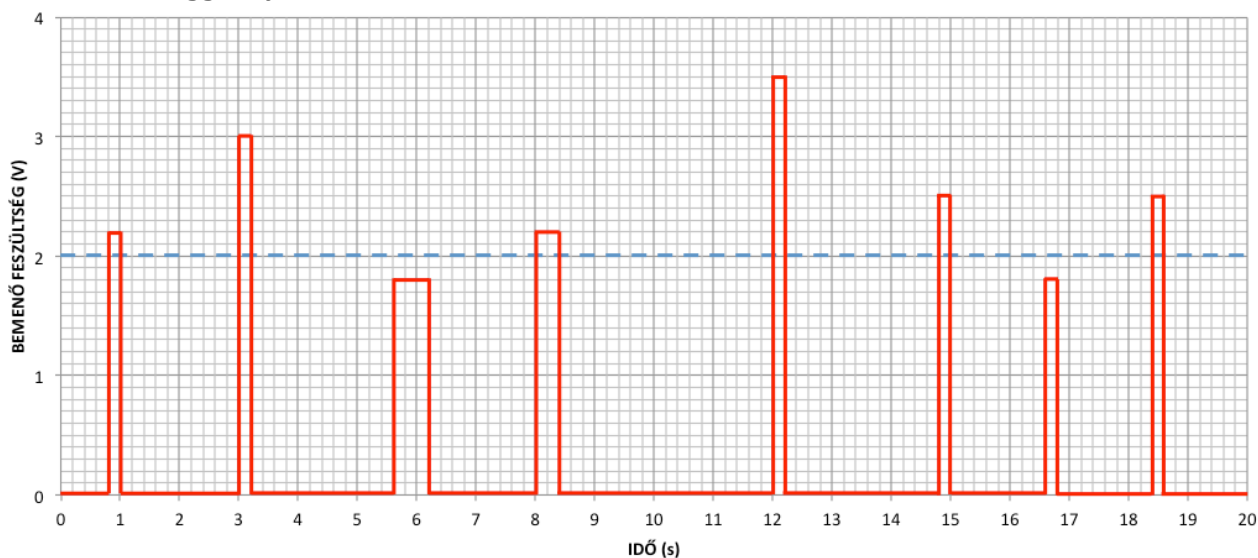


10. A képen látható oszcilloszkóp vízszintes beosztása 10 ms/DIV, függőleges beosztása 0,5 V/DIV. A négyszögimpulzussal ingerelt terület ellenállása 0,8 k Ω . Mekkora
- az aktív és
 - a passzív állapot időtartama,
 - a periódusidő,
 - a kitöltési tényező,
 - a frekvencia,
 - az impulzusamplitúdó, és
 - egy impulzus energiája?
 - Mekkorák a kapcsolóáramkörök időállandói, ha a kapcsolófeszültség $U_0/5$?

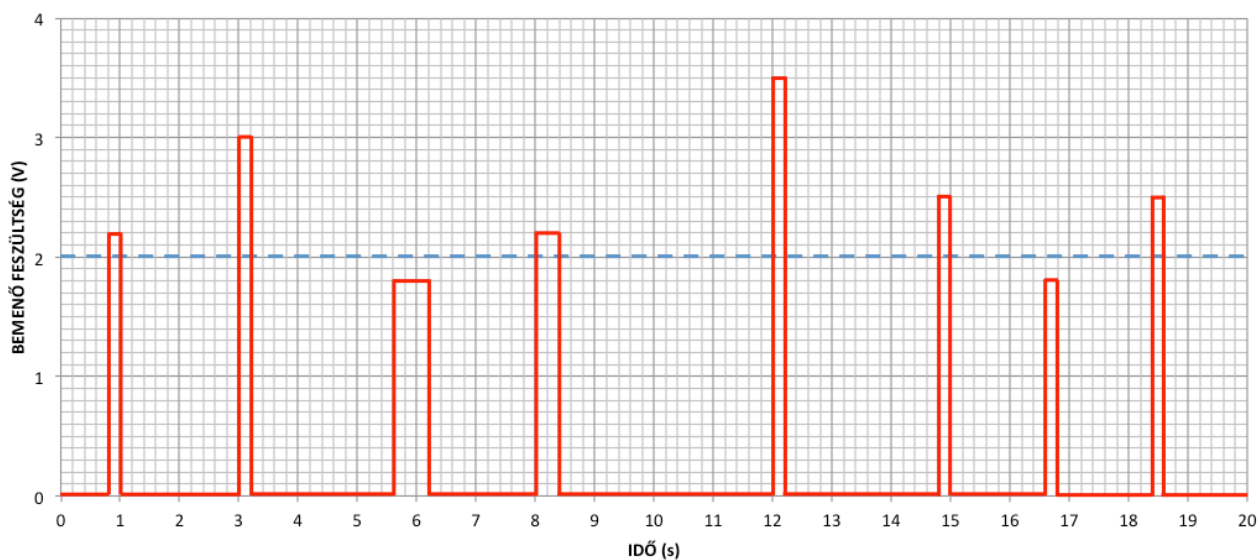


11. Egy astabil multivibrátor aktív állapotának kapcsolóáramköre 1 k Ω -os ellenállásból és 1 μ F-os kondenzátorból, míg passzív állapotának kapcsolóáramköre 10 k Ω -os ellenállásból és 100 μ F-os kondenzátorból áll. A kapcsolófeszültség mindkét esetben $U_0/4$; az impulzusamplitúdó 2 V; az ingerelt terület ellenállása 2,5 k Ω . Kiszámolandó
- az aktív állapot időtartama,
 - a passzív állapot időtartama,
 - a periódusidő,
 - a frekvencia,
 - a kitöltési tényező, és
 - egy impulzus energiája.
12. Mennyi ideig működik a pacemaker, ha egy impulzusa 4 μ C töltést szállít, akkumulátora 500 mAh-ás és 40%-os hatásfokú? A szívfrekvenciát vegyük 72/percnek.
13. Hány milliamperórás akkumulátorra van szükség egy pészmeke 10 éven keresztül való működtetéséhez, ha a 2,5 ms időtartamú impulzusok tartama alatt átlagosan 1,6 mA áram folyik? Az akkumulátor hatásfoka 50%, a pulzusszámot vegyük percnként 75-nek.
14. Egy astabil multivibrátor aktív állapotának időtartama 2 ms, passzív állapotáé 18 ms.
- Mekkora a kitöltési tényezője?
 - Mekkora a frekvenciája?
15. Egy astabil multivibrátor periódusideje 20 ms, kitöltési tényezője 5%. Mekkora a passzív állapot időtartama?
16. Egy astabil multivibrátor frekvenciája 10 Hz, kitöltési tényezője 10%. Mekkora az aktív állapot időtartama?
17. Meddig lehet számlálni egy nyolc bistabil multivibrátorból álló számlálólánccal?
18. Legalább hány bistabil multivibrátorból állítsuk össze a számlálóláncot, ha egyszerre maximum ezer impulzust kívánunk megszámolni?

19. A következő grafikon egy monostabil multivibrátor bemenő feszültségét mutatja az idő függvényében. A multivibrátor küszöbfeszültsége 2 V és a bemenő feszültségjelnek csak a lefutó élére érzékeny. A multivibrátor impulzusideje 0,6 s, aktív állapotának feszültsége 2,5 V, passzív állapotának feszültsége 0 V. Ábrázoljuk a kimenő feszültséget az idő függvényében!



20. A következő grafikon egy bistabil multivibrátor bemenő feszültségét mutatja az idő függvényében. A multivibrátor küszöbfeszültsége 2 V és a bemenő feszültségjelnek csak a lefutó élére érzékeny. A multivibrátor aktív állapotának feszültsége 2,5 V, passzív állapotának feszültsége 0 V; a megfigyelés kezdetén passzív állapotban van. Ábrázoljuk a kimenő feszültséget az idő függvényében!



Képletek

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ (elektromos áramerősség)}$$

$$U = \Delta\phi = \frac{\Delta E}{\Delta q} \text{ (feszültség)}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ (ellenállás)}$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \text{ (teljesítmény)}$$

$$P_{el} = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R \text{ (elektromos teljesítmény)}$$

$$E_C = \frac{1}{2} CU^2 \text{ (kondenzátorban tárolt energia)}$$

$$\tau = RC \text{ (RC-kör időállandója)}$$

$$U = U_{t=\infty} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{ (kondenzátor feszültsége RC-kör feltöltésekor)}$$

$$U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ (kondenzátor feszültsége RC-kör kisütésekor)}$$

$$T_{AMV} = t_A + t_P \text{ (astabil multivibrátor periódusideje)}$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ (frekvencia)}$$

$$D = \frac{t_A}{T_{AMV}} = \frac{t_A}{t_A + t_P} \text{ (kitöltési tényező, más néven aktív ciklus)}$$

Megoldások

$$1. \quad a) \tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{1s}{10^7 \Omega} = 10^{-7} F = \underline{\underline{0,1 \mu F}}$$

$$b) U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \frac{U}{U_{t=0}} = e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-\frac{2s}{1s}} = 0,135 = \underline{\underline{13,5\%}}$$

$$2. \quad a) U = U_{t=\infty} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 100V \cdot \left(1 - e^{-\frac{1s}{0,6s}}\right) = \underline{\underline{81,11V}}$$

$$b) U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{U}{U_{t=0}} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\ln\left(\frac{U}{U_{t=0}}\right) = -\frac{t}{\tau}$$

$$t = -\tau \cdot \ln\left(\frac{U_{t=0}}{U}\right) = -0,6s \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) = \underline{\underline{0,416s}}$$

$$3. \quad E_C = \frac{1}{2} C U^2 \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 160J}{20 \cdot 10^{-6} F}} = \underline{\underline{4000V}} = 4kV$$

$$4. \quad U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{U_{t=0}}{2} = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{5ms}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\frac{t}{5ms}}$$

$$2 = e^{\frac{t}{5ms}}$$

$$\ln 2 = \frac{t}{5ms}$$

$$5ms \cdot \ln 2 = t$$

$$t = \underline{\underline{3,466ms}}$$

$$5. \quad U_2 = 2U_1, \text{ ezt figyelembe véve:}$$

$$E_{C,1} = \frac{1}{2} C (U_1)^2$$

$$E_{C,2} = \frac{1}{2} C (U_2)^2 = \frac{1}{2} C (2U_1)^2 = 4 \frac{1}{2} C (U_1)^2 = \underline{\underline{4E_{C,1}}}, \text{ vagyis a négyszeresére nő.}$$

6. $E_{C,2} = 2E_{C,1}$, illetve

$$E_C = \frac{1}{2}CU^2 \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2E_C}{C}}; \text{ ezeket figyelembe véve:}$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{2E_{C,1}}{C}}$$

$$U_2 = \sqrt{\frac{2E_{C,2}}{C}} = \sqrt{\frac{2(2E_{C,1})}{C}} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{2E_{C,1}}{C}} = \underline{\underline{\sqrt{2} \cdot U_1}}, \text{ azaz a gyökkettőszörösére kell tölteni.}$$

7. $C_2 = 2C_1$, ez alapján

$$E_{C,1} = \frac{1}{2}C_1U^2$$

$$E_{C,2} = \frac{1}{2}C_2U^2 = \frac{1}{2}(2C_1)U^2 = 2 \cdot \frac{1}{2}C_1U^2 = \underline{\underline{2E_{C,1}}}, \text{ vagyis kétszer több a benne tárolt energia.}$$

8. $P_{el} = \frac{U^2}{R} = \frac{(4V)^2}{800\Omega} = 0,02W$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \cdot \Delta t = 0,02W \cdot 0,001s = 2 \cdot 10^{-5}J = \underline{\underline{20\mu J}}$$

9. a) $t_A = 1DIV \cdot 500ms / DIV = 500ms = \underline{\underline{0,5s}}$

b) $t_P = 1DIV \cdot 500ms / DIV = 500ms = \underline{\underline{0,5s}}$

c) $T_{AMV} = t_A + t_P = 0,5s + 0,5s = \underline{\underline{1s}}$

d) $D = \frac{t_A}{T_{AMV}} = \frac{0,5s}{1s} = 0,5 = \underline{\underline{50\%}}$

e) $f = \frac{1}{T_{AMV}} = \frac{1}{1s} = 1s^{-1} = \underline{\underline{1Hz}}$

f) $U = 2,5DIV \cdot 1mV / DIV = \underline{\underline{2,5mV}}$

g) $P_{el} = \frac{U^2}{R} = \frac{(0,0025V)^2}{2000\Omega} = 3,125 \cdot 10^{-9}W$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \cdot \Delta t = P_{el} \cdot t_A = 3,125 \cdot 10^{-9}W \cdot 0,5s = 1,56 \cdot 10^{-9}J = \underline{\underline{1,56nJ}}$$

h) Mivel mind az aktív, mind a passzív állapot időtartama 0,5 s, ezért az időállandó is ugyanaz lesz:

$$U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{U_{t=0}}{10} = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{0,5s}{\tau}}$$

$$\frac{1}{10} = e^{-\frac{0,5s}{\tau}}$$

$$10 = e^{\frac{0,5s}{\tau}}$$

$$\ln 10 = \frac{0,5s}{\tau}$$

$$\tau \cdot \ln 10 = 0,5s$$

$$\tau_A = \tau_P = \frac{0,5s}{\ln 10} = \underline{\underline{0,217s}}$$

10. a) $t_A = 0,2DIV \cdot 10ms / DIV = \underline{\underline{2ms}}$

b) $t_P = 3,9DIV \cdot 10ms / DIV = \underline{\underline{39ms}}$

c) $T_{AMV} = t_A + t_P = \underline{\underline{41ms}} = 0,041s$

d) $D = \frac{t_A}{T_{AMV}} = 0,0488 = \underline{\underline{4,88\%}}$

e) $f = \frac{1}{T_{AMV}} = \underline{\underline{24,39Hz}}$

f) $U = 4,2DIV \cdot 0,5V / DIV = \underline{\underline{2,1V}}$

g) $P_{el} = \frac{U^2}{R} = 5,51 \cdot 10^{-3} W$

$\Delta E = P_{el} \cdot t_A = \underline{\underline{11\mu J}}$

h) Az aktív állapotra: $\tau_A = \frac{2ms}{\ln 5} = \underline{\underline{1,243ms}}$; a passzív állapotra: $\tau_P = \frac{39ms}{\ln 5} = \underline{\underline{24,232ms}}$

11. a) $\tau_A = R_A C_A = 1000\Omega \cdot 10^{-6} F = 10^{-3} s = 1ms$

$$U = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t_A}{\tau_A}}$$

$$\frac{U_{t=0}}{4} = U_{t=0} \cdot e^{-\frac{t_A}{\tau_A}}$$

$$t_A = \tau_A \cdot \ln 4 = 1ms \ln 4 = \underline{\underline{1,386ms}}$$

b) $\tau_P = 1s = 1000ms$

$$t_P = \tau_P \cdot \ln 4 = 1000ms \ln 4 = \underline{\underline{1386,294ms}}$$

c) $T_{AMV} = t_A + t_P = \underline{\underline{1387,681ms}} = 1,387681s$

d) $f = \frac{1}{T_{AMV}} = \frac{1}{1,387681s} = \underline{\underline{0,721Hz}}$

e) $D = \frac{t_A}{T_{AMV}} = 0,001 = \underline{\underline{0,1\%}}$

$$\text{f) } P_{el} = \frac{U^2}{R} = 1,6mW$$

$$\Delta E = P_{el} \cdot t_A = \underline{\underline{2,22\mu J}}$$

$$12. \quad q = 4 \cdot 10^{-6} C$$

$$q_{össz} = 500mAh \cdot 40\% = 0,5A \cdot 3600s \cdot 0,4 = 720C$$

$$n_{impulzus} = \frac{q_{össz}}{q} = \frac{720C}{4 \cdot 10^{-6} C} = 1,8 \cdot 10^8$$

$$t_{impulzus} = \frac{1 \text{ min}}{72} = \frac{60s}{72} = 0,8333s$$

$$t = t_{impulzus} \cdot n_{impulzus} = 0,8333s \cdot 1,8 \cdot 10^8 = 1,5 \cdot 10^8 s \approx \underline{\underline{4,753\acute{e}v}}$$

$$13. \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \cdot \Delta t = 0,0016A \cdot 0,0025s = 4 \cdot 10^{-6} C$$

$$n_{impulzus} = 10\acute{e}v \cdot 365,25 \frac{\text{nap}}{\acute{e}v} \cdot 24 \frac{\acute{o}ra}{\text{nap}} \cdot 60 \frac{\text{perc}}{\acute{o}ra} \cdot 75 \frac{\text{pulzus}}{\text{perc}} = 3,945 \cdot 10^8 \text{ pulzus}$$

$$q_{össz} = q_{impulzus} \cdot n_{impulzus} = 4 \cdot 10^{-6} C \cdot 3,945 \cdot 10^8 = 1578C$$

$$q_{akku} = \frac{q_{össz}}{\eta} = \frac{1578C}{50\%} = 3156C = \underline{\underline{877mAh}}$$

$$14. \quad \text{a) } D = \frac{t_A}{t_A + t_P} = \frac{2ms}{2ms + 18ms} = 0,1 = \underline{\underline{10\%}}$$

$$\text{b) } f = \frac{1}{T_{AMV}} = \frac{1}{t_A + t_P} = \frac{1}{2ms + 18ms} = \frac{1}{20ms} = \frac{1}{0,02s} = 50 \frac{1}{s} = \underline{\underline{50Hz}}$$

$$15. \quad D = \frac{t_A}{T_{AMV}}$$

$$0,05 = \frac{t_A}{20ms}$$

$$t_A = 0,05 \cdot 20ms = 1ms$$

$$T_{AMV} = t_A + t_P$$

$$t_P = T_{AMV} - t_A = 20ms - 1ms = \underline{\underline{19ms}}$$

$$16. \quad f = \frac{1}{T_{AMV}}$$

$$T_{AMV} = \frac{1}{f} = \frac{1}{10 \frac{1}{s}} = 0,1s$$

$$D = \frac{t_A}{T_{AMV}}$$

$$t_A = D \cdot T_{AMV} = 10\% \cdot 0,1s = 0,01s = \underline{\underline{10ms}}$$

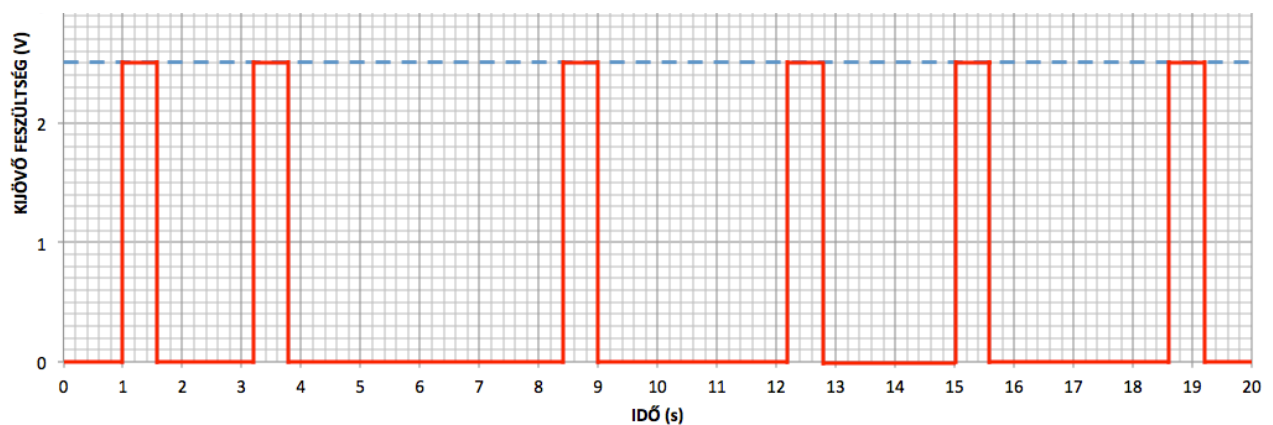
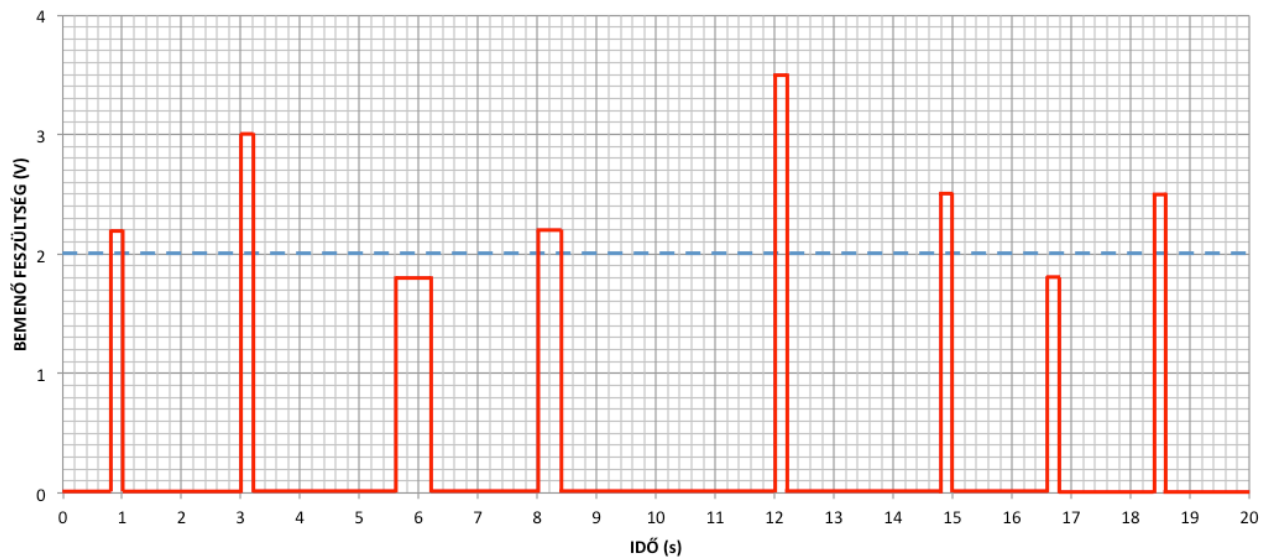
$$17. \quad 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^7 = 2^8 - 1 = \underline{\underline{255}}$$

18. $2^n - 1 = 1000$

$2^n = 1001$

$n = \log_2 1001 = 9,9672 \rightarrow \underline{\underline{10}}$

19. Minden küszöb feletti bemenő feszültség leszálló éléhez (1 s; 3,2 s; 8,4 s; 12,2; 15 s; 18,6 s) tartozik egy 0,6 s időtartamú aktív állapot. A 6,2 s és 16,8 s leszálló élek küszöb alatti bemenő feszültséghez tartoznak, így azokhoz nem tartozik kiejövő jel.



20. Minden küszöb feletti bemenő feszültség lezálló élénél (1 s; 3,2 s; 8,4 s; 12,2; 15 s; 18,6 s) állapotot vált a kiejövő feszültség. A 6,2 s és 16,8 s lezálló élek küszöb alatti bemenő feszültséghez tartoznak, így azokhoz nem tartozik változás.

