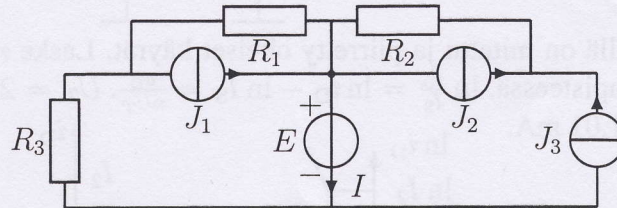


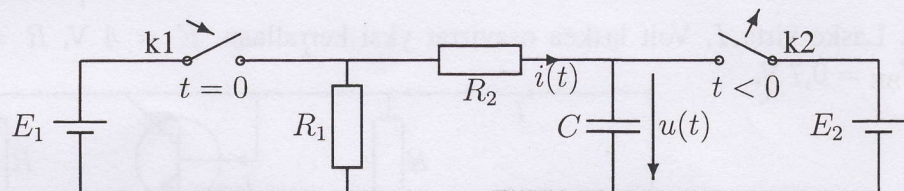
Tentti 24.5.2012: tehtävät 1,3,4,6,8. 1. välikoe: tehtävät 1,2,3,4,5. 2. välikoe: tehtävät 6,7,8,9,10. Saat vastata vain neljään tehtävään/koe.

Sallitut: Kako, (gr.) laskin, [MAOL], [sanakirjan käytöstä on sovittava valvojan kanssa!] Merkitse kiertävään listaan arviosi siitä, milloin olet suorittanut labrat (lukukausi)!

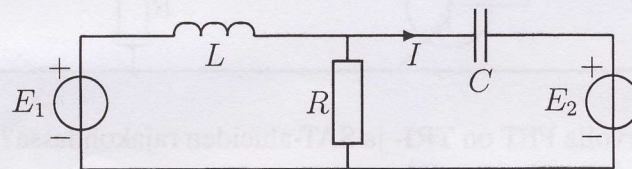
1. Laske virta I . $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$, $J_1 = 2 \text{ A}$, $J_2 = 1 \text{ A}$, $J_3 = 5 \text{ A}$.



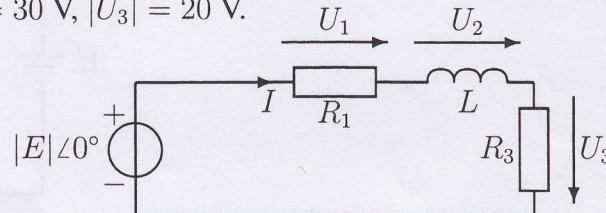
2. Tarkastelun alkuhetkellä ($t = 0$) ja sen jälkeen kytkin k2 on auki. Sitä ennen kondensaattoriin on varattu jännite $u(0) = 5 \text{ V}$. Kytkin k1 suljetaan hetkellä $t = 0$. Laske virta $i(t)$, kun $t \geq 0$. $E_1 = 8 \text{ V}$, $C = 0,5 \text{ F}$, $R_1 = 13 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$.



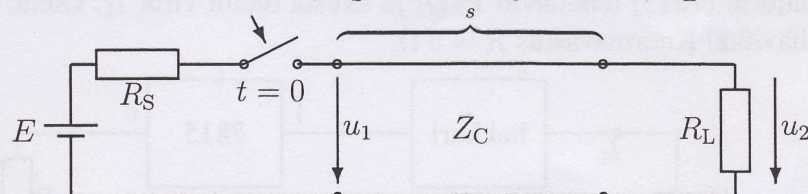
3. Laske virta I . $E_1 = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$, $E_2 = 20 \angle 90^\circ \text{ V}$, $R = 4 \Omega$, $L = 0,2 \text{ H}$, $C = 0,05 \text{ F}$, $\omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.



4. Jännitteiden tehollisarvot tunnetaan. Mikä on jännitelähteestä otettu kompleksinen teho? $R_1 = 20 \Omega$, $|U_1| = 10 \text{ V}$, $|U_2| = 30 \text{ V}$, $|U_3| = 20 \text{ V}$.



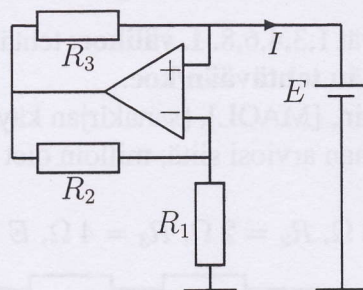
5. Tasajännitelähde liitetään parijohtoon hetkellä $t = 0$. Laske jännitteen $u_2(t)$ kolme ensimmäistä nollasta poikkeavaa arvoa. $E = 75 \text{ V}$, $R_S = 25 \Omega$, $Z_C = 100 \Omega$, $R_L = 200 \Omega$.



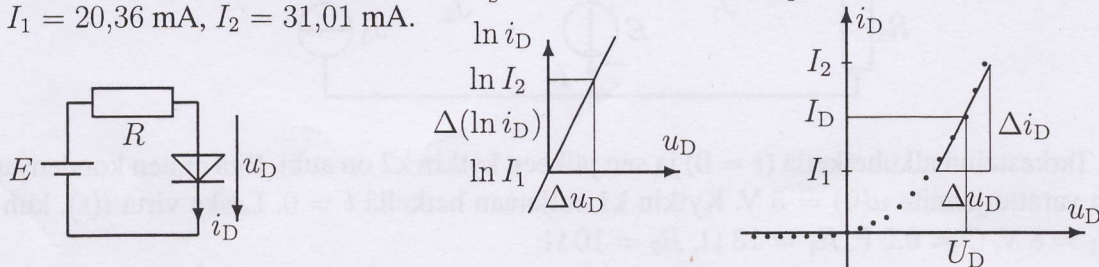
Vastaa vain neljään tehtävään! Ratkaisut ovat Nopan kohdassa *Muu materiaali*, tulosten pitäisi tulla Noppaan huomenna. Oodin palautejärjestelmä sulkeutuu tänään. Palauteaktiivisuuden takia kaikki saavat *uumoillun* lisäpisteen.

Käännä

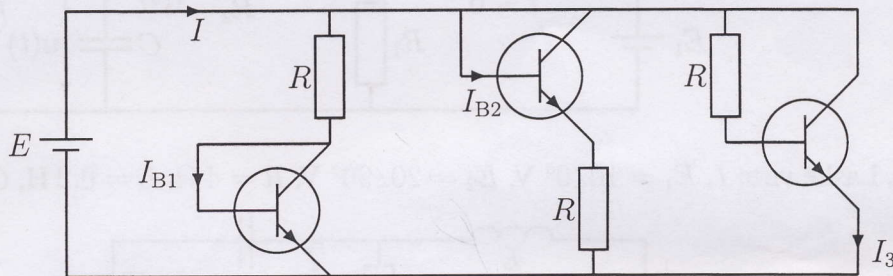
6. Laske virta I . $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$, $E = 10 \text{ V}$.



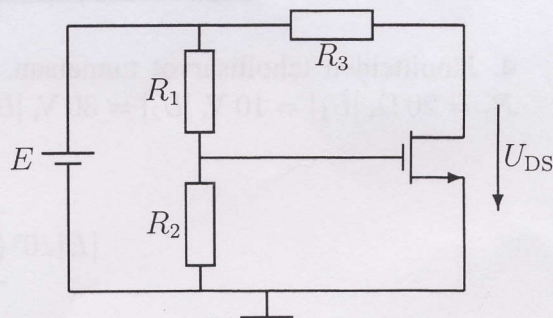
7. Jännitettä E säätämällä on mitattu ja piirretty oheiset käyrät. Laske n ja dynaaminen resistanssi r_d kuvan toimintapisteessä. $\ln \frac{i_D}{I_S} = \ln i_D - \ln I_S = \frac{u_D}{nU_T}$. $U_T = 25 \text{ mV}$, $\Delta u_D = 0,02 \text{ V}$, $I_1 = 20,36 \text{ mA}$, $I_2 = 31,01 \text{ mA}$.



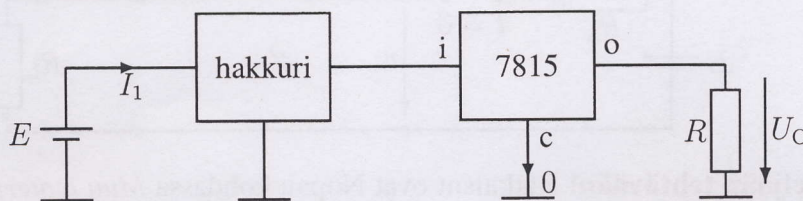
8. Laske virta I . Voit laskea osavirrat yksi kerrallaan. $E = 4 \text{ V}$, $R = 3,3 \text{ k}\Omega$, $\beta = 199$, $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$.



9. Millä vastuksen R_3 arvolla FET on TRI- ja SAT-alueiden rajakohdassa? $E = 10 \text{ V}$, $R_1 = 300 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 700 \text{ k}\Omega$, $U_t = 2 \text{ V}$, $K = 0,1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.



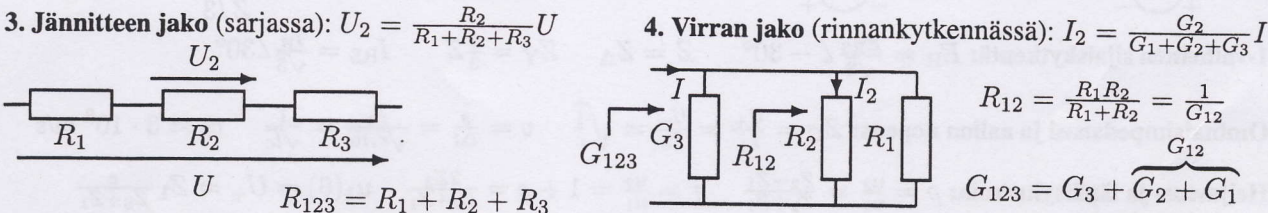
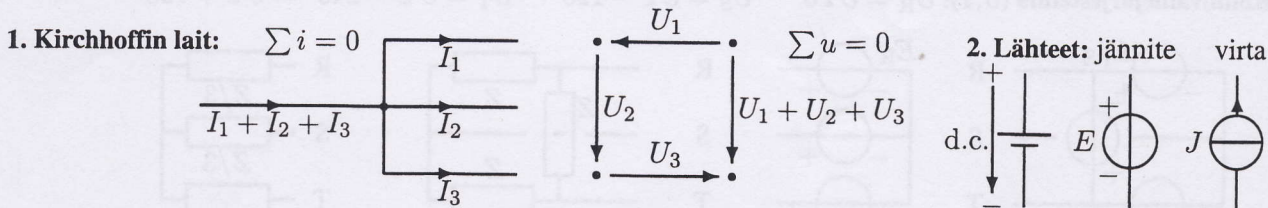
10. Auton akusta ($E = 12 \text{ V}$) halutaan tasajännite $U_O = 15 \text{ V}$ kuvan kytkennällä. Hakkuri kaksinkertaistaa jännitteen E , jos sen kytkintä ohjataan $D = 50\%$ pulssisuhteella. Laske regulaattorin (7815) tehohäviö P_{REG} ja akusta otettu virta I_1 . Oleta, että hakkurissa ei tapahdu tehohäviötä! Kuormavastus $R = 5 \Omega$.



Vastaa vain neljään tehtävään/koe! Seuraava tentti on todennäköisesti jo elokuun lopulla. Ihamuotila ennusti 7.2.2011, että kolmen lumisen pakkastalven ketjun saattaa päättää kylmä kesä — ehditte hyvin lukea! Terv. X

S-55.1100 SÄHKÖTEKNIikka JA ELEKTRONIIKKA, Kaavakokoelma (Kako) 30.1.2012 © X

Ota *Kako* mukaan välikokeisiin ja tenttiin. Kaikki kaavat eivätkä ole yleispäteviä. Selvitä itsellesi kirjainten merkitys, ja milloin mitään laskutapaa voi käyttää. Älä opettele muita kaavoja ulkoa. Prefiksit: y, z, a, f, p, n, μ, m, 1, k, M, G, T, P, E, Z, Y. Kreikkalaiset: alfa α, beta β, gamma γ Γ, delta δ Δ, epsilon ε, zeta ζ, eta η, theta θ, jota ι, kappa κ, lamda λ Λ, myy μ, nyy ν, ksi ξ, omikron o, pii π Π, rho ρ, sigma σ Σ, tau τ, ypsilon υ, phi φ ϕ, khi χ, psi ψ, omega ω Ω.

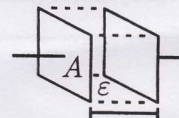
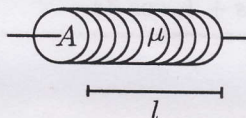
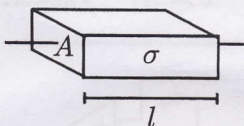


5. Virtauskenttä: $U = El$ $I = JA$ $E = \rho J = \frac{J}{\sigma}$ **6. Resistanssi ja konduktanssi:** $R = \frac{U}{I} = \frac{1}{G}$

7. Induktanssi: $u = L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow i = \frac{1}{L} \int_0^t u dt + I_{L0}$ $u = \frac{d\psi}{dt}$ $L = \frac{\psi}{I}$ $w_L = \frac{1}{2} Li^2$

8. Kapasitanssi: $i = C \frac{du}{dt} \Leftrightarrow u = \frac{1}{C} \int_0^t i dt + U_{C0}$ $i = \frac{dq}{dt}$ $C = \frac{Q}{U}$ $w_C = \frac{1}{2} Cu^2$

9. Vastus: $R = \frac{\rho l}{A}$ $G = \frac{1}{R} = \frac{\sigma A}{l}$ **10. Lieriökäämi:** $L = N^2 \frac{\mu A}{l}$ **11. Tasokondensaattori:** $C = \frac{\epsilon A}{l}$



12. Magneettikenttä: $H = \frac{U_m}{l}$ $U_m = NI$ $B = \mu H$ $\psi = N\phi$ $\phi = BA$ $\mu = \mu_r \mu_0$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$

13. Sähkökenttä: $E = \frac{U}{l}$ $D = \epsilon E$ $\psi = Q = DA$ $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m} = \frac{1}{36\pi} \frac{nF}{m}$

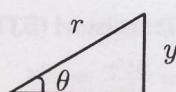
14. Muutosilmiot: $\left. \begin{matrix} u_C(0^-) = u_C(0^+) \\ i_L(0^-) = i_L(0^+) \end{matrix} \right\}$ **Yritteet:** $\left. \begin{matrix} i(t) \\ u(t) \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} i(\infty) + [i(0) - i(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} \\ B + A e^{-\frac{t}{\tau}} \end{matrix} \right.$ $\tau = \begin{cases} RC \\ L/R \end{cases}$

15. Tehollisarvo: $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt} = \sqrt{\sum U_i^2}$ **16. Keskiarvot:** $U_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt$ $U_r = \frac{1}{T} \int_0^T |u| dt$

17. Sinimuotoinen virta tai jännite: $u(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \phi) = \text{Im}[\hat{u} e^{j(\omega t + \phi)}]$ $\hat{u} = \sqrt{2} |U| = \frac{\pi}{2} U_r$ $\hat{i} = \sqrt{2} |I|$

18. Osoitinlaskenta (i, u): $i(t) = \hat{i} \sin(\omega t + \phi) \Leftrightarrow \underline{I} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} \angle \phi$ **19. Kulmataajuus:** $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$

20. Kompleksiluvut: $\begin{cases} z_1 = 4 + j2 = \sqrt{20} \angle 26,6^\circ = \sqrt{20} e^{j \frac{\pi}{6,776}} & (26,565^\circ = \alpha) \\ z_2 = 3 + j1 = \sqrt{10} \angle 18,4^\circ = \sqrt{10} e^{j \frac{\pi}{9,764}} & (18,435^\circ = \beta) \end{cases}$ $j = \pm \sqrt{-1}$

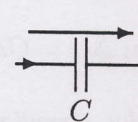
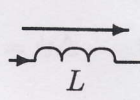
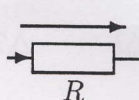
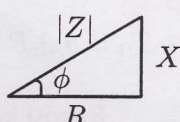
21. Koordinaatistomuunnos: $\begin{cases} x = |r| \cos \theta \\ y = |r| \sin \theta \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2} = |z| \\ \theta = \arctan(y/x) \end{cases}$ 

22. Summamuoto: $\begin{cases} z_1 + z_2 = (4 + 3) + j(2 + 1) = 7 + j3 & z_1 z_2 = (4 \cdot 3 - 2 \cdot 1) + j(4 \cdot 1 + 2 \cdot 3) = 10 + j10 \\ z_1 - z_2 = (4 - 3) + j(2 - 1) = 1 + j & \frac{z_1 z_2^*}{z_2 z_1^*} = \frac{(4 \cdot 3 + 2 \cdot 1) + j(2 \cdot 3 - 4 \cdot 1)}{3^2 + 1^2} = 1,4 + j0,2 \end{cases}$

23. Kulmamuoto, kerto: $z_1 z_2 = \sqrt{20} \sqrt{10} \angle (\alpha + \beta) = \sqrt{200} \angle 45^\circ$ **Jako:** $\frac{z_1}{z_2} = \frac{\sqrt{20}}{\sqrt{10}} \angle (\alpha - \beta) = \sqrt{2} \angle 8,13^\circ$

24. Liittoluku ja itseisarvo: $z = x + jy = |z| \angle \theta \Leftrightarrow z^* = x - jy = |z| \angle -\theta$ $z z^* = |z|^2$ $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$

25. Impedanssi: $U = ZI$ $Z = R + jX$ **26. Admittanssi:** $I = YU$ $Y = G + jB = \frac{1}{Z} = \frac{R - jX}{R^2 + X^2}$

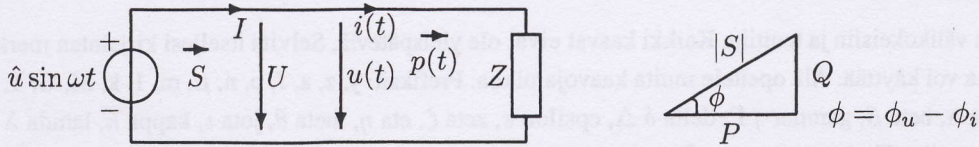


27. Vastus: $Z_R = R$

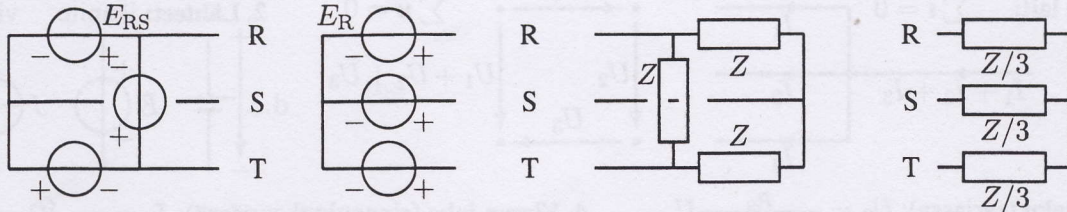
28. Kela: $Z_L = j\omega L$

29. Kondensaattori: $Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -j \frac{1}{\omega C}$

30. Teho: $S = UI^* = P + jQ \Rightarrow P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = |U||I| \cos \phi$ $Q = |U||I| \sin \phi$ $p(t) = u(t)i(t)$



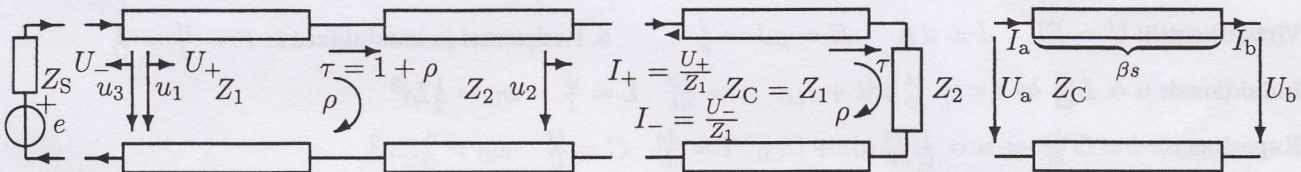
31. Kolmivaihejärjestelmä (U, I): $U_R = U \angle 0^\circ$ $U_S = U \angle -120^\circ$ $U_T = U \angle -240^\circ = U \angle +120^\circ$



32. 1-vaiheinen sijaiskytkentä: $E_R = \frac{E_{RS}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$ $Z = Z_\Delta$ $Z_Y = \frac{1}{3} Z$ $I_{RS} = \frac{I_R}{\sqrt{3}} \angle 30^\circ$

33. Ominaisimpedanssi ja aallon nopeus: $Z_C = \frac{U_+}{I_+} = \frac{U_-}{I_-} = \sqrt{\frac{l}{c}}$ $v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{1}{\sqrt{lc}}$ $c_0 \approx 3 \cdot 10^8$ m/s

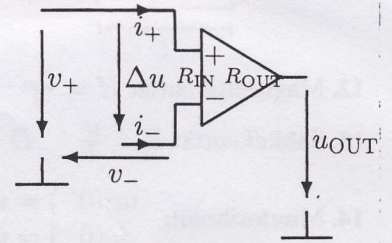
34. Heijastus- ja läpäisykerroin: $\rho = \frac{u_3}{u_1} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$ $\tau = \frac{u_2}{u_1} = 1 + \rho = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$ $u_1(0) = U_+ = Z_1 \frac{e}{Z_S + Z_1}$



35. Siirtojohtoyhtälöt (sini): $\begin{cases} U_a = U_b \cos \beta s + jZ_C I_b \sin \beta s \\ I_a = j \frac{U_b}{Z_C} \sin \beta s + I_b \cos \beta s \end{cases}$ $\beta = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{360^\circ}{\lambda}$ $v = \lambda f$ Välikoeraja:

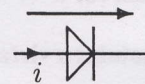
36. Operaatiovahvistin: $\begin{cases} v_+ = v_- \Rightarrow \Delta u = 0 \\ i_+ = 0 \\ i_- = 0 \end{cases}$

$\begin{cases} A_u = \frac{u_{OUT}}{\Delta u} = \infty \\ R_{IN} = \infty \\ R_{OUT} = 0 \end{cases}$

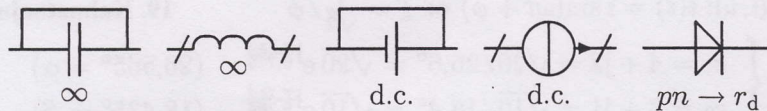


37. Diodi: $\begin{cases} i = I_S (e^{\frac{u}{nU_T}} - 1) \\ u = nU_T \ln \frac{i + I_S}{I_S} \end{cases}$ $i \approx \begin{cases} I_S (e^{\frac{u}{nU_T}}) & (U \gg nU_T) \\ I_S (-1) & (U \ll 0) \end{cases}$ $U_T = \frac{kT}{q} \approx 25$ mV $n \approx 2$

$q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As $k = 1,381 \cdot 10^{-23}$ J/K $r_d = \frac{1}{\frac{\partial i}{\partial u}|_U} = \frac{nU_T}{I}$

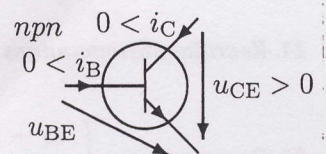


38. Piensignaalianalyysi:



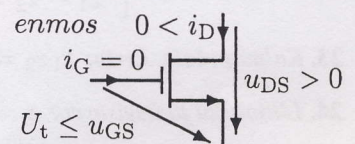
39. Transistori (BJT): $i_C = \beta i_B = \alpha i_E$ kun $u_{CE} \geq 0,3$ V $u_{BE} \approx 0,7$ V $n \approx 1$

$r_\pi = \frac{nU_T}{I_B} = \frac{u_{be}}{i_b}$ $g_m = \frac{\beta}{r_\pi}$ $i_c = \beta i_b = g_m u_{be}$ $r_o = \frac{U_A}{I_C}$



40. FET: $\begin{cases} \text{CUT: } u_{GS} \leq U_t \Rightarrow i_D = 0 \\ \text{OHM: } u_{DS}^2 \approx 0: & i_D = i_S \approx \overbrace{2K(u_{GS} - U_t)}^{\approx 1/r_{DS}} u_{DS} \\ \text{TRI: } u_{DS} \leq u_{GS} - U_t: & i_D = i_S = K[2(u_{GS} - U_t)u_{DS} - u_{DS}^2] \\ \text{SAT: } u_{DS} \geq u_{GS} - U_t: & i_D = i_S = K(u_{GS} - U_t)^2 \end{cases}$

$i_d = g_m u_{gs}$ $g_m = 2K(u_{GS} - U_t) = 2\sqrt{KI_D}$ $r_o = \frac{U_A}{I_D}$



41. Tehoelektroniikka: $\Delta Q = C \Delta u = I \Delta t$ $\Delta \psi = L \Delta i = U \Delta t$ $\Delta T = T_A - T_B = \theta_{AB} P = R_{TH} P$