



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

STACK-järjestelmän hyödyntäminen sähkötekniikassa (Piirianalyysi)

Otto Ellonen, Maarit Vesapuisto, Timo Vekara ja Matti Laaksonen

Vaasan Yliopisto, 25.9.2020

Sisältö

- Yleistä
- STACK ja JSXGraph
- JSXGraphin hyödyntäminen piiriteoriassa
- Palaute



Yleistä

- STACK-järjestelmää on käytetty Vaasan Yliopistossa jo aikaisemmin matematiikan puolella (Matti Laaksonen, Lineaarialgebra)
- Automaattisesta tehtävien tarkastuksesta on haaveiltu myös sähkötekniikan puolella (erityisesti Maarit Vesapuiston toimesta)
- Sovelluskohteena piirianalyysin kurssit Vaasan Yliopistossa
 - Jaettu kahteen osaan: Piirianalyysi A ja B
 - Tarkoituksena luoda tehtäviä kattamaan Piirianalyysi A:n aihealueet ja ”kipupisteet”

STACK ja JSXGraph

- STACK-järjestelmässä mahdollisuus luoda automatisoituja matemaattisia tehtäviä
- Visualisoinnin puolesta voidaan tehtäviin implementoida etukäteen luotuja kuvia, joita voidaan napata pankista satunnaisesti
 - Tehtävän parametrit voidaan määritellä arvotun kuvan perusteella

STACK ja JSXGraph

- Visualisointi voidaan toteuttaa myös JSXGraph-JavaScript kirjaston avulla, joka toimii STACKissä.
- Kirjaston avulla voidaan luoda koordinaatistoon erilaisia geometrisiä kuvioita esim. viivoja, ympyröitä, neliöitä yms.
- Näitä kuvioita voidaan myös liikutella koordinaatistossa
- JSXGraphilla voidaan myös luoda kuvaajia!

JSXGraph ja piiriteoria

- Piirikaavio on tehtävän ratkaisemisen kannalta äärimmäisen tärkeä apuväline, valtaosa tehtävistä tarvitsee sen
- Piirikaavio voidaan perinteisesti arpoa ennalta luoduista kuvista
- JSXGraph-kuvioiden avulla voidaan myös luoda piirikaavio

→ Mitä etuja?

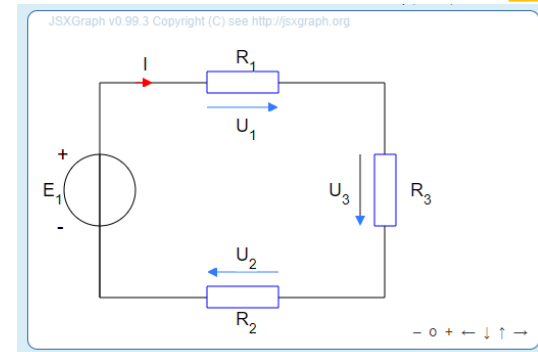
Write the given circuits voltage equation according to Kirchhoff's voltage law. Tidy question | Question tests & deployed versions
law. Use the variables E , U_1 , U_2 and U_3 . It does not matter which way you choose to circulate the loop.

Equation : = 0 .

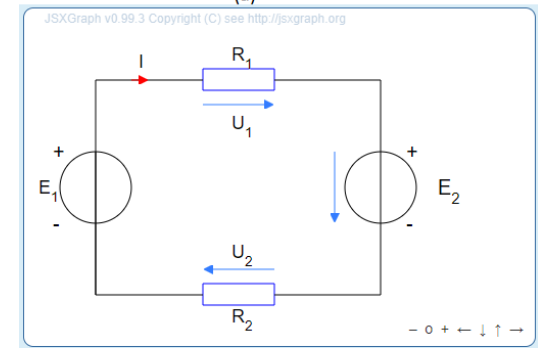
JSXGraph v0.99.3 Copyright (C) see <http://jsxgraph.org>

JSXGraph ja piiriteoria

- Kuvioiden koordinaatit voidaan määritellä ”tehtävän muuttujien” avulla (voidaan hyödyntää satunnaisgenerointia)
- Samantyylisestä piiristä voidaan luoda useita eri versioita → oppilas saa erilaisen version eri suorituskerroilla.
- Esimerkiksi piirin jännitenuolten suuntaa voidaan muuttaa, mikä taas muuttaa piirin yhtälöitä.
- Komponentteja ja niiden paikkoja voidaan myös arpoa.



(a)



(b)

JSXGraph ja piiriteoria

- Oikea vastaus piiriin (vastauksen tarkastamiseen) voidaan kirjoittaa koordinaattien muuttujien avulla, jolloin jokaiselle vaihtoehdolle ei tarvitse kirjoittaa omaa yhtälöä
- Tarkastuksessa voidaan ottaa huomioon piirin 'kiertosuunta', joten joissakin tapauksissa on useita oikeita vastauksia.
- Tarkoituksena on ollut luoda tehtäviä, jotka keskittyvät yhtälöiden muodostamiseen varsinaisen laskemisen ja lukuarvojen sijoittamisen sijaan.

Write the voltage equations of the different loops in the given circuit according to Kirchhoff's voltage law. Then rewrite the equations according to Ohm's law ($U_x = R_x I_x$). Use the variables E_1 , E_2 , U_1 , U_2 , U_3 , U_4 , U_5 , U_6 , U_7 , U_8 , U_9 and I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 , I_6 , I_7 , I_8 , I_9 . Circulate the different loops clockwise!

JSXGraph v0.99.3 Copyright (C) see <http://jsxgraph.org>

Voltage equations:

Loop A: = 0

Loop B: = 0

Loop C: = 0

Ohm's law equations :

Loop A: = 0

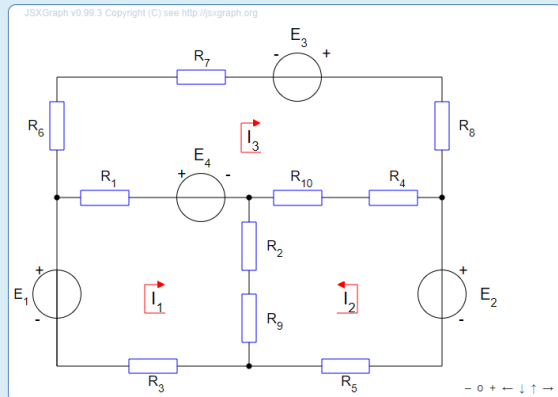
Loop B: = 0

Loop C: = 0

JSXGraph - esimerkkejä

Täytä oikeiden piirin silmukkavirtamatriisi. Käytä matriisissa muuttujia $R_1, \dots, R_{10}, I_1, \dots, I_4, E_1, \dots, E_4$ "Kierrä" silmukat annetun suunnan mukaisesti!

Tidy question | Question tests & deployed versions

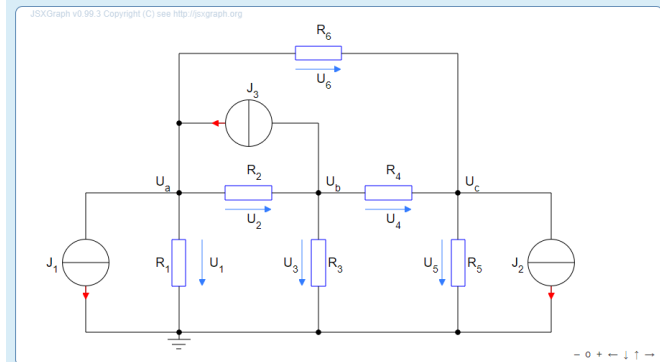


Kirjoita matriisi muotoon $RI = U$:

				=			
				=			
				=			

Esitä alla olevan piirin jännitteet $U_1, \dots, U_6$ solmujännitteiden U_a, U_b, U_c avulla ja täytä tämän jälkeen piirin solmupistematriisi käyttäen konduktansseja $G_1, \dots, G_6$

Tidy question | Question tests & deployed versions



JÄNNITTEET:

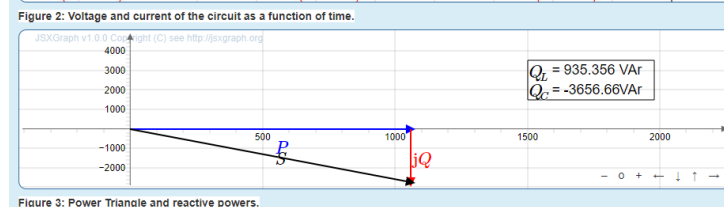
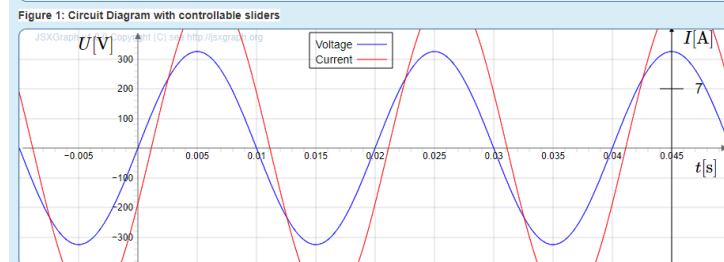
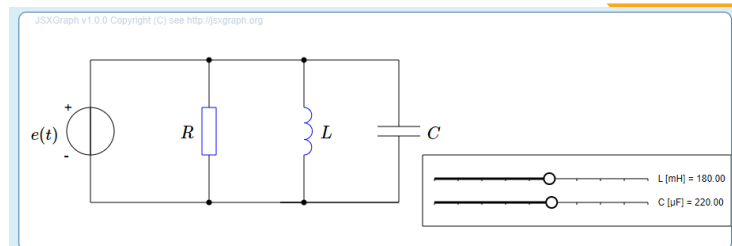
U_1 U_2 U_3 U_4 U_5 U_6

Kirjoita matriisi muotoon $GU = I$:

				=			
				=			
				=			

Piiriteoria ja 'dynaamiset' tehtävät

- Kuvioita voidaan myös luoda liikuteltaviksi, jotta tehtäviin saataisiin varsinaista interaktiivisuutta
- Komponenttien koordinaatteja voidaan lukea tehtävästä ja ne voidaan tallentaa muuttujalle, jota voidaan käyttää oppilaan vastauksena.
- Oppilas voi näin ollen antaa vastauksen kirjoittamatta yhtään mitään.



Esimerkki 'dynaamisesta' tehtävästä

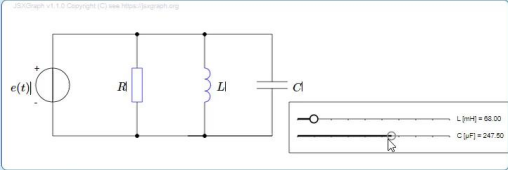
Loistehon kompensointi

Preview question: AC Loistehon kompensointia graafisesti - Google Chrome
stackuwasa.fi/question/preview.php?id=1017&courseid=25

Question 1
Not yet answered
Not graded

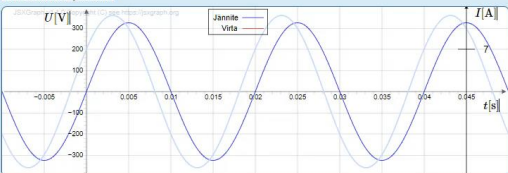
Määritä induktanssin L ja kapasitanssin C suuruudet siten, että kuvassa 1 esitetyn piirin loisteho kompensoituu. Suuruuksien säätäminen onnistuu kuvassa 1 sijaitsevien lukusäätimien avulla. Käytä apuna: myös kuvassa 2 esitetyä jännitteen ja virran käyriä ja kuvan 3 tehokolmiota. Vastauksen ei tarvitse olla täysin tarkka vaan goggi heitto riittää. Kuvaa 3 voi liikutella ja zoomata oikeasta alukulmasta löytyvän palkin avulla.

Version 1.0.0 Copyright © 2016 Heikki Härmä (stackuwasa.fi)



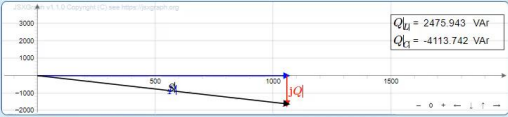
Kuva 1: Piirikaavio ja säätimet

Version 1.0.0 Copyright © 2016 Heikki Härmä (stackuwasa.fi)



Kuva 2: Jännite ja virta ajan funktiona

Version 1.0.0 Copyright © 2016 Heikki Härmä (stackuwasa.fi)



Kuva 3: Tehokolmio ja loistehot

$Q_{L1} = 2475.943 \text{ VAR}$
 $Q_{C1} = -4113.742 \text{ VAR}$

Start again Save Fill in correct responses Submit and finish Close preview

Technical information

Windows taskbar: 23:21 24.9.2020

Tehtävien testaus ja palaute

- Tehtäviä on testattu Piirianalyysi A:n kursseilla keväällä 2019 (suppeammin) ja keväällä 2020 kokonaisuudessaan.
- Suuria ongelmia ei tehtävistä ole löytynyt, eli ovat toimineet halutulla tavalla. Bugit lähinnä koodaajan jäljiltä.
- Oppilailta pääosin myönteinen vastaanotto ja lisää erilaisia tehtäviä on toivottu!

KIITOS!

Yhteystietoja:

Otto Ellonen
Tutkimusavustaja, Sähkötekniikka
otto.ellonen@univaasa.fi

Timo Vekara
Professori, Sähkötekniikka
timo.vekara@univaasa.fi

Maarit Vesapuisto
Lehtori, Sähkötekniikka
maarit.vesapuisto@univaasa.fi