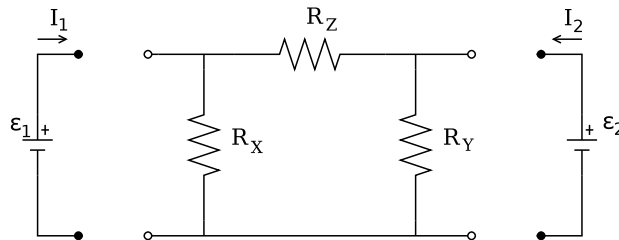


To-porte

En to-port er et system, som kan vekselvirke energetisk ad to kanaler med sine omgivelser. I en elektrisk realisation af en to-port vil der gå fire ledninger ud af systemet, og derfor kaldes en toport i elektrisk netværksterminologi for en fire-terminal. Som et eksempel kan vi se på det såkaldte Π -netværk bestående af tre modstande som på figur 1. Vi kan tænke os to spændingskilder ε_1 og ε_2



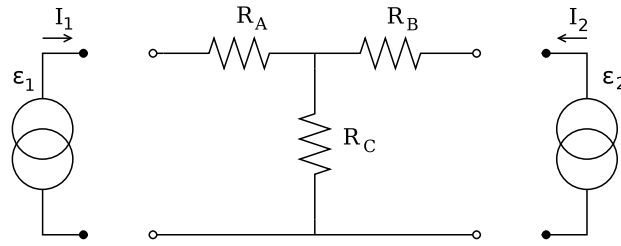
Figur 1 Et Π -netværk med spændingsstyring.

tilsluttet hhv. port 1 og port 2. Da netværket er lineært må de to tilhørende strømme I_1 og I_2 være lineære funktioner af spændingerne. Det kan vi skrive på matrixform

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = G_{\Pi} \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix}$$

Opgave: Benyt Kirchhoffs love til at beregne elementerne i G_{Π}

Et andet eksempel på en toport er det såkaldte T -netværk som vist på figur 2. Her kan vi tænke os strømmene I_1 og I_2 styret udefra af nogle strømkilder. De elektromotoriske kræfter, der kræves hertil er da lineære funktioner af



Figur 2 Et T -netværk med strømstyring.

strømmene. Derfor kan vi skrive

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix} = H_T \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

Opgave: Benyt Kirchhoffs love til at beregne elementerne i H_T .

Opgave: Et Π -netværk kan erstattes af et T -netværk. Hvorledes skal man vælge R_A, R_B, R_C som funktion af R_X, R_Y, R_Z ?

Opgave: Omvendt kan et T -netværk kan erstattes af et Π -netværk. Hvorledes skal man vælge R_X, R_Y, R_Z som funktion af R_A, R_B, R_C ?

I begge de foregående eksempler har vi opstillet relationen mellem et sæt inputvariable og et sæt outputvariable. Sættet af inputvariable bestod af een energibandsvariabel fra hver port. Sættet af outputvariable bestod af de tilhørende konjugerede energibandsvariable. Endvidere havde vi valgt orienteringen af strømmene, således at energistrømmen regnedes positiv ind mod systemet. Matricen, der forbinder input med output kaldes da en responsematrix. G og H er altså responsematricer.

Vi kunne have valgt at udtrykke de lineære relationer på en anden måde. Hvis vi opfatter en to-port som et system der transporterer energien fra port 1 til 2 (og måske bruger noget af den selv), så skal (ε_1, I_1) være inputvariable og (ε_2, I_2) være output variable. Endvidere skal vi vende orienteringen af strømmen i port 2, således at energistrømmen regnes positiv, når den strømmer ud af port 2 (men stadig positiv ind af port 1). De lineære relationer er da udtrykt i overføringsmatricen (transfermatrix) T ,

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_2 \\ -I_2 \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ I_1 \end{pmatrix}$$

Opgave: Beregn transfermatricerne for de tidligere betragtede Π - og T -netværk.

Opgave: Gør rede for at sammensætning af to-porte svarer til matrixmultiplikation af deres overføringsmatricer.



Figur 3 To elementære to-porte.

Opgave: Brug Kirchhoffs love til at finde overføringsmatricen for de to simple to-porte i figur 3.

Opgave: Bestem T_{Π} og T_T for Π - og T -netværket vha. multiplikationsloven og sammenlign med de tidligere fundne udtryk.

Opgave: Vis, at determinanten for transfermatricen for de simple to-porte i figur 3 er 1. Vis, at determinanten for en sammensat toport er 1. Vis, at dette betyder, at G_{Π} , H_{Π} , G_T og H_T er symmetriske.