

# TSTE92

# Elektriska kretsar

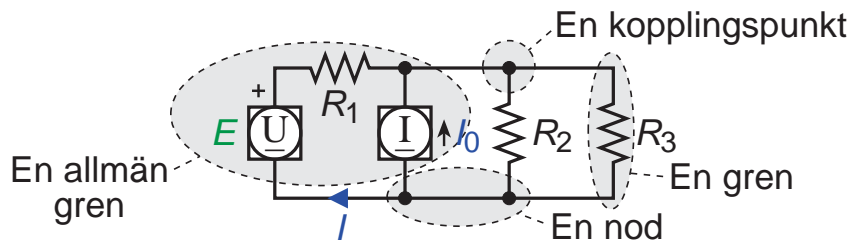
Nodanalys

*Mark Vesterbacka*

## Dagens föreläsning

- Noder och grenar
- Nodanalys
- Simulering

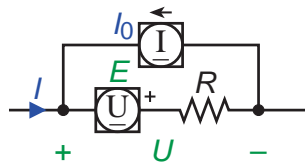
## Noder och grenar



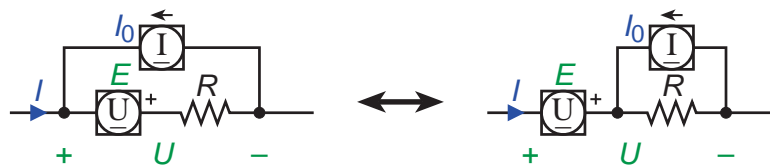
- En *kopplingspunkt* visar hur komponenterna förbinds
- Allt som förbinds utan komponenter kallas för en *nod*
- En förbindelse med komponenter kallas för en *gren*
- En *allmän gren* innehåller en strömkälla, en spänningskälla och en resistans

## Allmänna grenar

- Beräkningarna förenklas om grenar innehåller resistans
  - Exempel: allmän gren

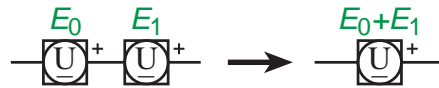


- Det finns två former med samma komponentvärden

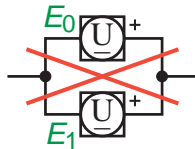


## Förenkling av spänningskällor

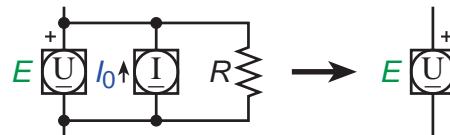
- Spänningskällor i serie summerar  $U$



- Parallella spänningskällor fungerar inte om  $E_0 \neq E_1$

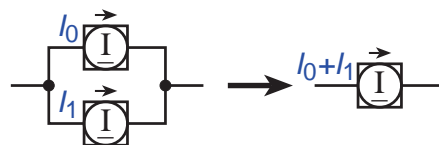


- Spänningskälla parallellt med annat fungerar som bara källan



## Förenkling av strömkällor

- Parallella strömkällor summerar  $I$



- Strömkällor i serie fungerar inte om  $I_0 \neq I_1$



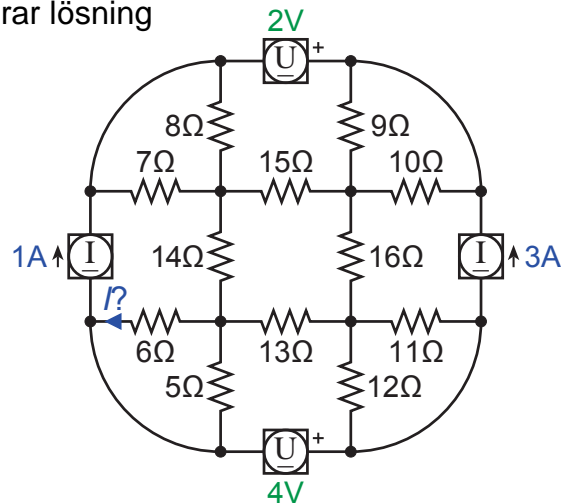
- Strömkälla i serie med annat fungerar som bara strömkällan



## Analys av stora kretsar

- Problem
  - För få ekvationer gör problemet olösbart
  - För många ekvationer försvårar lösning

- Hjälpmedel
  - Ekvationslösning
    - Matlab
  - Simulering
    - Multisim

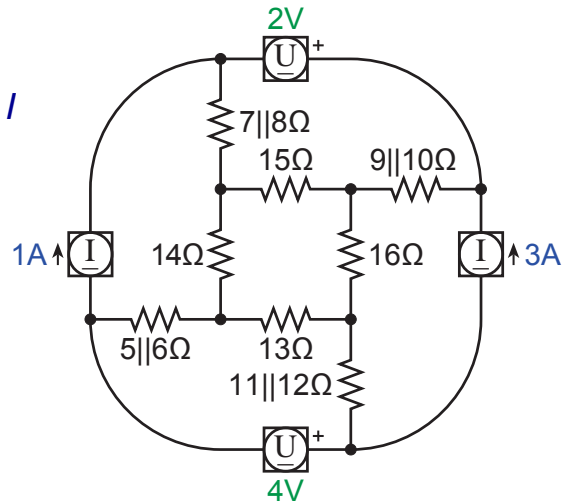


## Nodanalys

1. Eliminera ensamma spänningskällor
  - Det går inte att teckna strömmen genom sådana
2. Jorda en nod och döp övriga nodpotentialer
  - Jordningen minskar storleken på ekvationssystemet
  - Vanliga namn är  $V_1, V_2, \dots$
3. Teckna ekvationssystemet med KCL
  - Alt. A: Låt alla strömmar gå in eller ut i en nod
  - Alt. B: Ansätt strömriktningar och håll reda på dem (se boken)

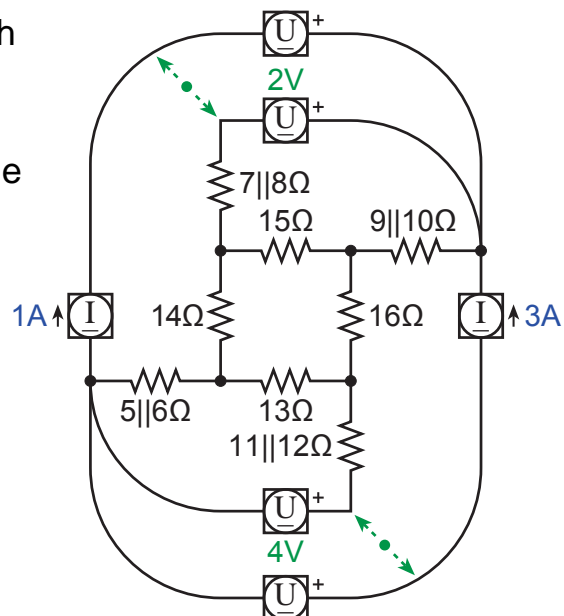
## Nodanalysexempel

- Förenkla om möjligt problemet
  - Beräkna ekvivalenta resistanser
  - Eliminera överflödiga källor
- I exemplet till höger har även / eliminerats för mer förenkling



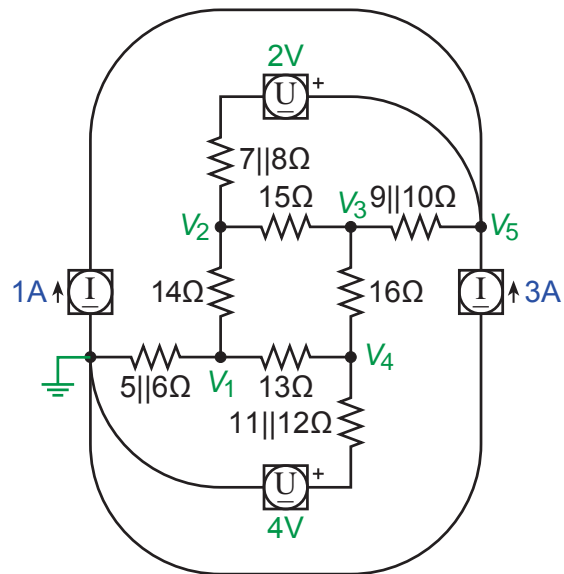
## 1. Eliminera ensamma spänningskällor

- Duplicera ensamma källor och kombinera med grenar intill
- Spänningskällor seriekopplade med strömkällor kan tas bort



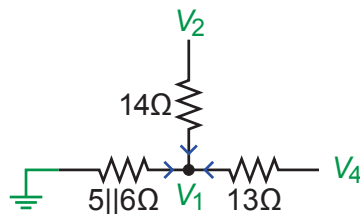
## 2. Jorda en nod och inför nodpotentialer

- Sätt namn  $V_1 \dots V_5$  på noder



## 3. Teckna ekvationssystemet med KCL

- Låt till exempel alla strömmar gå *in* i noderna
- Betrakta till exempel noden nedan med potentialen  $V_1$ :



- Ekvationen för noden blir

$$\frac{0 - V_1}{5 \parallel 6} + \frac{V_2 - V_1}{14} + \frac{V_4 - V_1}{13} = 0 \Rightarrow -\left(\frac{1}{5 \parallel 6} + \frac{1}{14} + \frac{1}{13}\right)V_1 + \frac{1}{14}V_2 + 0V_3 + \frac{1}{13}V_4 + 0V_5 = 0$$

- Storheten  $G = 1/R$  kallas för *konduktans*

## Forma ekvationssystemet

- Ekvationssystem

$$G_{11}V_1 + G_{12}V_2 + G_{13}V_3 + G_{14}V_4 + G_{15}V_5 = I_{01} + G_{01}E_{01}$$

$$G_{21}V_1 + G_{22}V_2 + G_{23}V_3 + G_{24}V_4 + G_{25}V_5 = I_{02} + G_{02}E_{02}$$

$$G_{31}V_1 + G_{32}V_2 + G_{33}V_3 + G_{34}V_4 + G_{35}V_5 = I_{03} + G_{03}E_{03}$$

$$G_{41}V_1 + G_{42}V_2 + G_{43}V_3 + G_{44}V_4 + G_{45}V_5 = I_{04} + G_{04}E_{04}$$

$$G_{51}V_1 + G_{52}V_2 + G_{53}V_3 + G_{54}V_4 + G_{55}V_5 = I_{05} + G_{05}E_{05}$$

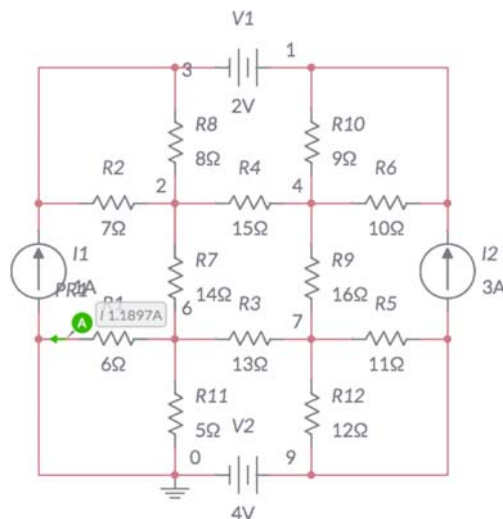
- Systemet löses t ex med *Gausseliminering*

- Matrisnotation

$$\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} & G_{14} & G_{15} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} & G_{24} & G_{25} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} & G_{34} & G_{35} \\ G_{41} & G_{42} & G_{43} & G_{44} & G_{45} \\ G_{51} & G_{52} & G_{53} & G_{54} & G_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{01} + G_{01}E_{01} \\ I_{02} + G_{02}E_{02} \\ I_{03} + G_{03}E_{03} \\ I_{04} + G_{04}E_{04} \\ I_{05} + G_{05}E_{05} \end{bmatrix}$$

## Simulering

- Kretsen kan simuleras med t ex *MultisimLive*
- Se [www.multisim.com](http://www.multisim.com)



Tack för din uppmärksamhet!  
~  
På tisdag börjar vi med växelström

[www.liu.se](http://www.liu.se)