

TSKS06 Linjära system för kommunikation
 Kursdel Elektriska kretsar
 Föreläsning 5
 Växelströmsteori
 – effektbegrepp, effektanpassning

Mikael Olofsson
 Institutionen för Systemteknik (ISY)
 Ämnesområdet Elektroniska kretsar och system

jω-metoden

1. Ersätt strömmar, spänningar och källor med deras komplexa motsvarigheter:
3. Lös problemet med likströmsteori.

$$a(t) = \hat{A} \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow$$

$$A = \hat{A}e^{j\varphi} = b + jc$$

$$b = \hat{A} \cos \varphi \quad c = \hat{A} \sin \varphi$$

2. Ersätt R, L, C med deras impedanser:

$$Z_L = j\omega L \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} \quad Z_R = R$$

4. Gör omvändningen till punkt 1:

$$A = \hat{A}e^{j\varphi} = b + jc \Rightarrow$$

$$a(t) = \hat{A} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\hat{A} = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$\varphi = \arg(b + jc) = \text{atan} \frac{c}{b} \quad (\pm\pi)$$

Om $b < 0$

Likströmsteori – Effektbegreppet

Grunduttryck: $P = UI$

Källor avger (vanligen) elektrisk effekt

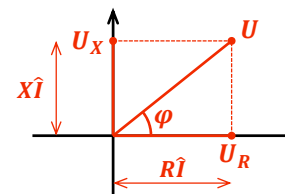
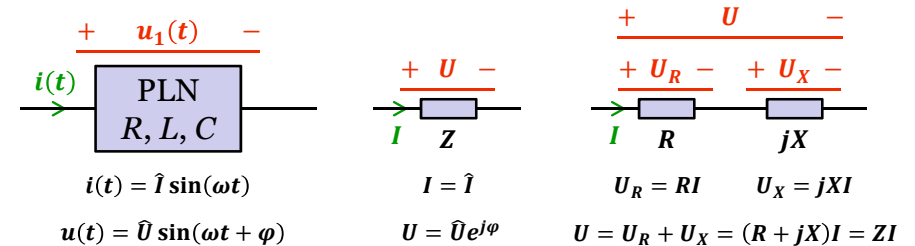
Resistorer konsumerar elektrisk effekt

För ett helt nät gäller

$$\sum_k P_k = 0$$

Effektbegrepp 1(4)

Passivt Linjärt Nät – PLN



Toppvärden

$$\left. \begin{aligned} R\hat{I} &= \hat{U} \cos(\varphi) \\ X\hat{I} &= \hat{U} \sin(\varphi) \end{aligned} \right\} *$$

Effektivvärden

$$\left. \begin{aligned} U_e &= \hat{U}/\sqrt{2} \\ I_e &= \hat{I}/\sqrt{2} \end{aligned} \right\} **$$

$$u(t) = R\hat{I} \sin(\omega t) + X\hat{I} \sin(\omega t + \pi/2)$$

Effektbegrepp 2(4)

$$\left. \begin{aligned} R\hat{I} &= \hat{U} \cos(\varphi) \\ X\hat{I} &= \hat{U} \sin(\varphi) \end{aligned} \right\} * \quad \left. \begin{aligned} U_e &= \hat{U}/\sqrt{2} \\ I_e &= \hat{I}/\sqrt{2} \end{aligned} \right\} **$$

$$i(t) = \hat{I} \sin(\omega t)$$

$$u(t) = R\hat{I} \sin(\omega t) + X\hat{I} \sin(\omega t + \pi/2)$$

Momentan effekt:

$$p(t) = u(t)i(t) = R\hat{I}^2 \sin^2(\omega t) + X\hat{I}^2 \sin(\omega t) \sin(\omega t + \pi/2)$$

$$= \underbrace{\frac{R\hat{I}^2}{2}(1 - \cos(2\omega t))}_{p_R(t)} + \underbrace{\frac{X\hat{I}^2}{2} \sin(2\omega t)}_{p_X(t)}$$

Utnyttja *, ** och $\omega = 2\pi/T$:

$$p_R(t) = U_e I_e \cos(\varphi) (1 - \cos(2\omega t)) = U_e I_e \cos(\varphi) (1 - \cos(4\pi t/T))$$

$$p_X(t) = U_e I_e \sin(\varphi) \sin(2\omega t) = U_e I_e \sin(\varphi) \sin(4\pi t/T)$$

Effektbegrepp 4(4)

$$P = R I_e^2 \quad Z = R + jX$$

$$Q = X I_e^2 \quad \varphi = \arg(Z)$$

Komplex effekt:

$$S = P + jQ = (R + jX) I_e^2 = Z I_e^2 = \frac{U I^*}{2} = \frac{U_e^2}{Z^*} \quad \text{Enhet: VA}$$

Skenbar effekt:

$$P_S = U_e I_e = |S| = \sqrt{P^2 + Q^2} = |Z| I_e^2 = \frac{U_e^2}{|Z|} \quad \text{Enhet: VA}$$

Effektfaktor:

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{P_S} = \frac{R}{|Z|}$$

Effektbegrepp 3(4)

$$\left. \begin{aligned} R\hat{I} &= \hat{U} \cos(\varphi) \\ X\hat{I} &= \hat{U} \sin(\varphi) \end{aligned} \right\} * \quad \left. \begin{aligned} U_e &= \hat{U}/\sqrt{2} \\ I_e &= \hat{I}/\sqrt{2} \end{aligned} \right\} **$$

$$p_R(t) = U_e I_e \cos(\varphi) (1 - \cos(4\pi t/T))$$

$$p_X(t) = U_e I_e \sin(\varphi) \sin(4\pi t/T)$$

Aktiv effekt:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T p_R(t) dt + \frac{1}{T} \int_0^T p_X(t) dt$$

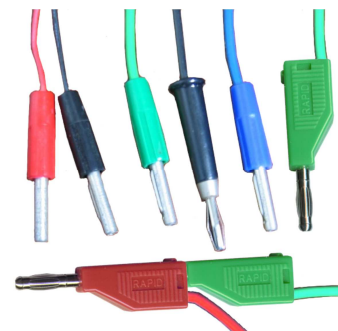
$$= \frac{1}{T} (T U_e I_e \cos(\varphi) + 0) + \frac{1}{T} 0 = U_e I_e \cos(\varphi) = R I_e^2 \quad \text{Enhet: W}$$

Reaktiv effekt:

$$Q = U_e I_e \sin(\varphi) = X I_e^2 \quad \text{Enhet: VAR}$$

Labutrustningen – Kontakter

Banankontakter

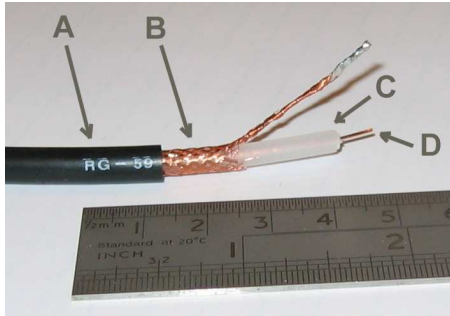


BNC-kontakter



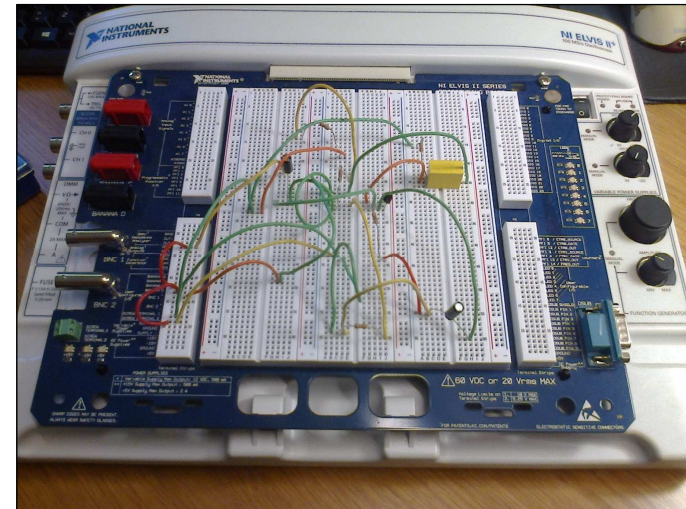
Källa: Wikipedia

Labutrustningen – Koaxialkablar

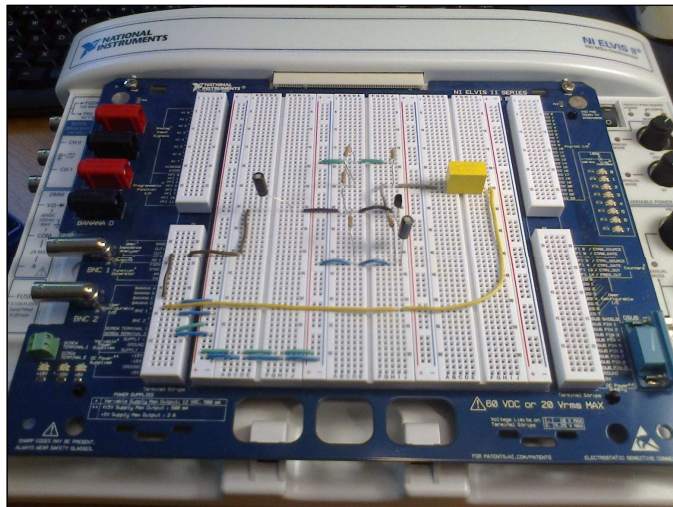


Källa: Wikipedia

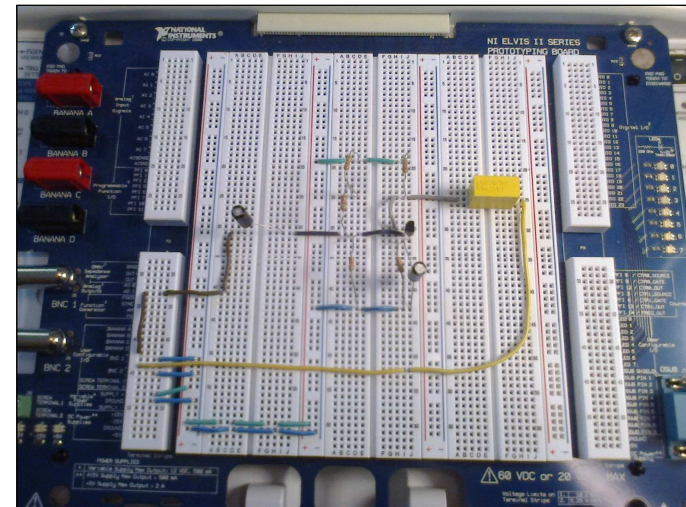
Elvis II – Mindre prydlig uppkoppling



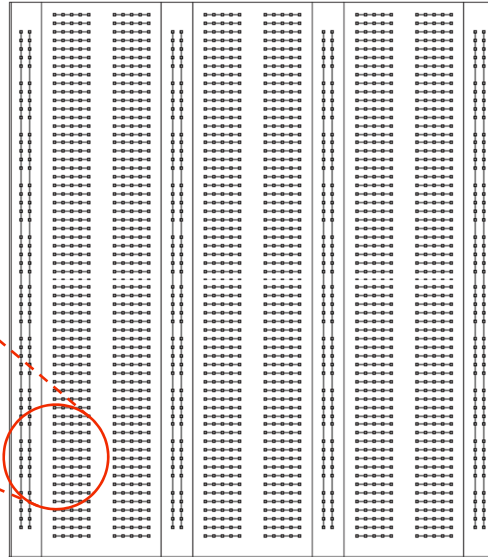
Labutrustningen – Elvis II – Prydlig uppkoppling



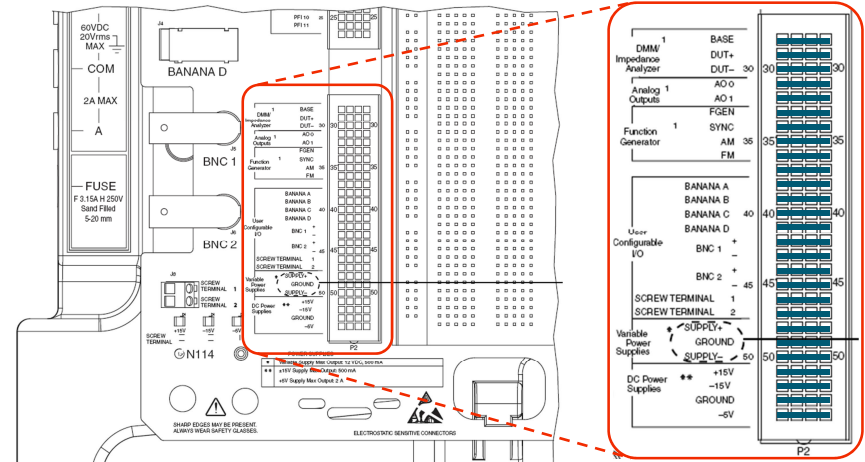
Elvis II – Kopplingsytan, breadboard



Kopplingsytan - Funktion

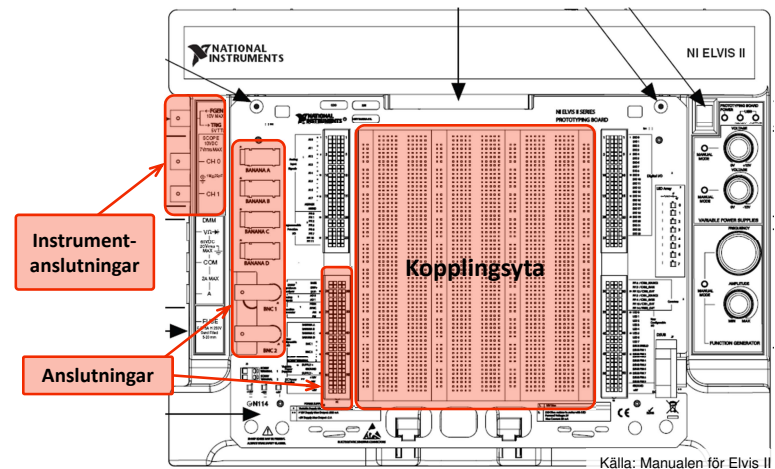


Elvis II – Nedre vänstra hörnet



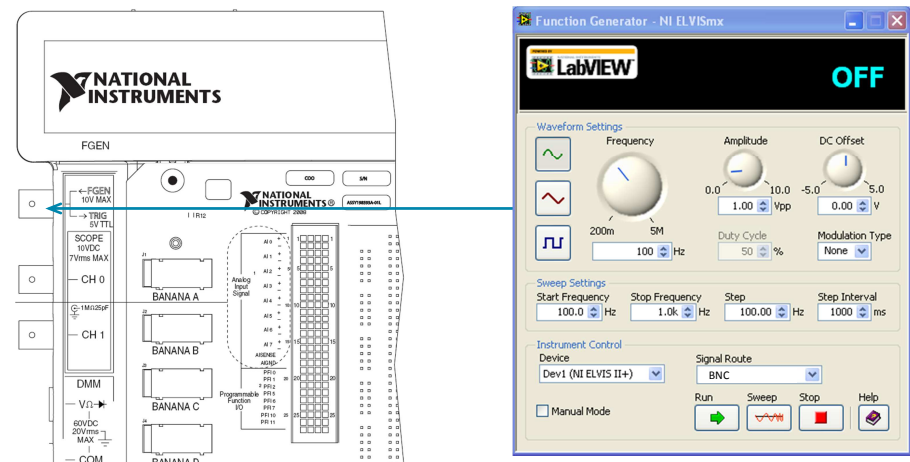
Källa: Manualen för Elvis II

Elvis II – Översikt



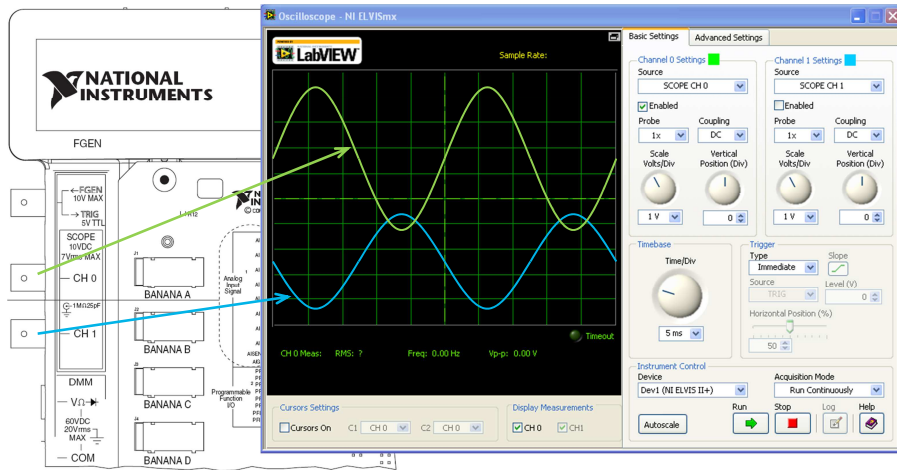
Källa: Manualen för Elvis II

Elvis II – Funktionsgeneratoren



Källa: Manualen för Elvis II

Elvis II – Oscilloskopet



Källa: Manualen för Elvis II

Mikael Olofsson
ISY/EKS

www.liu.se