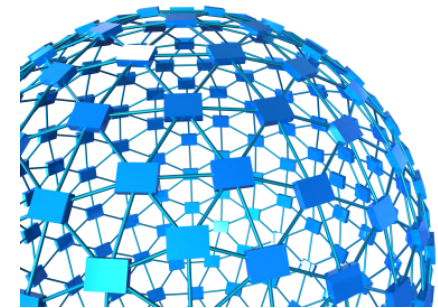


Internet består till största delen av kabelanslutna datakommunikationsutrustningar

Att bygga ett stabilt globalt täckande datanät är en stor *elektrisk* utmaning!



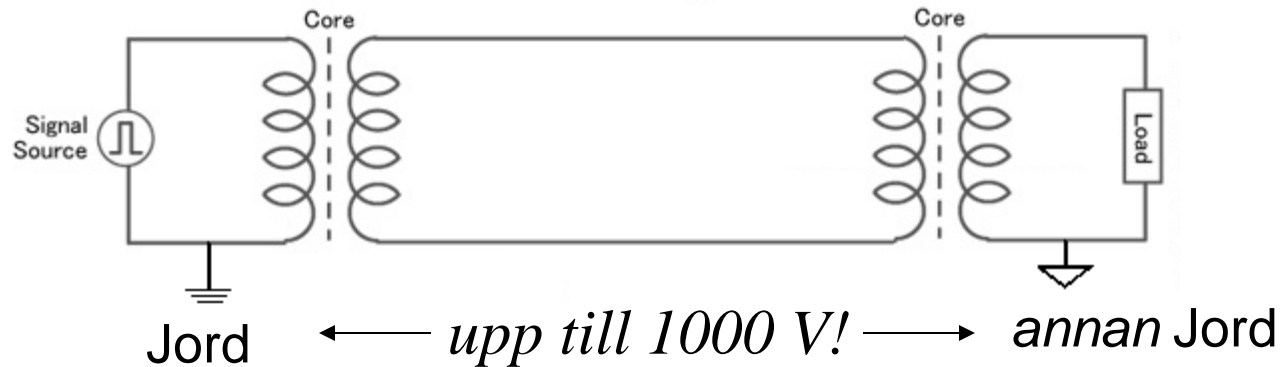
*Internets robusta
hårdvara*



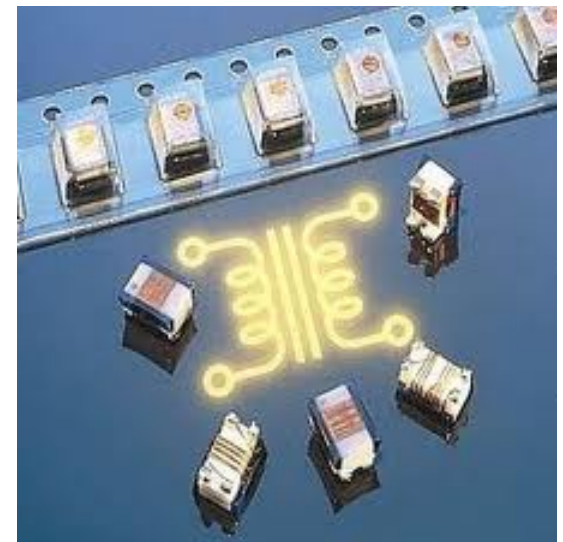
*Hur bekämpar
man elektriska
störningar?*



Isolering med transformator

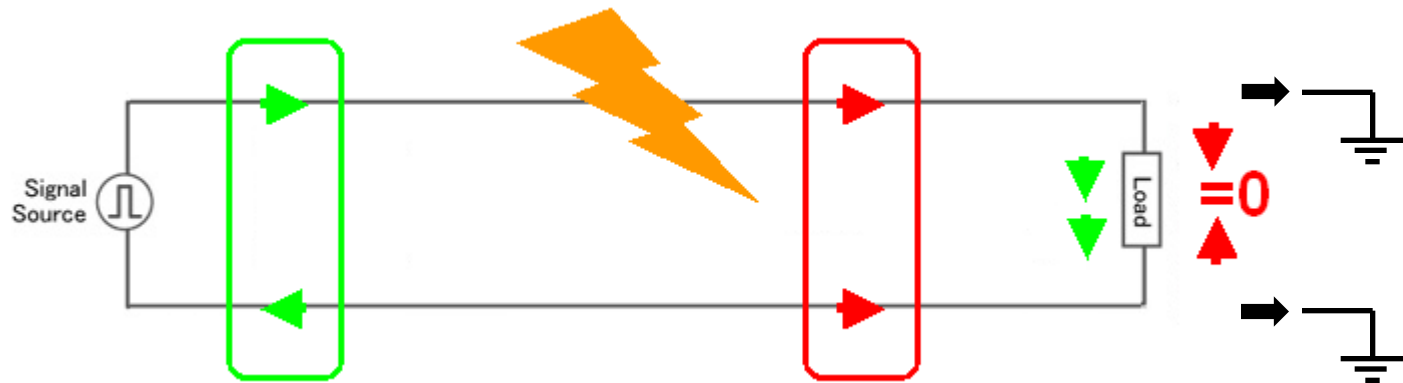


Transformatorerna *isolerar* olika utrustningar från varandra även om jord-potentialerna skulle råka skilja sig med upp till 1000 V!



Signaler och Störningar

Alla ledningar har kapacitans mot jord. Signaler kan därför "läcka" från ledningarna till jord.

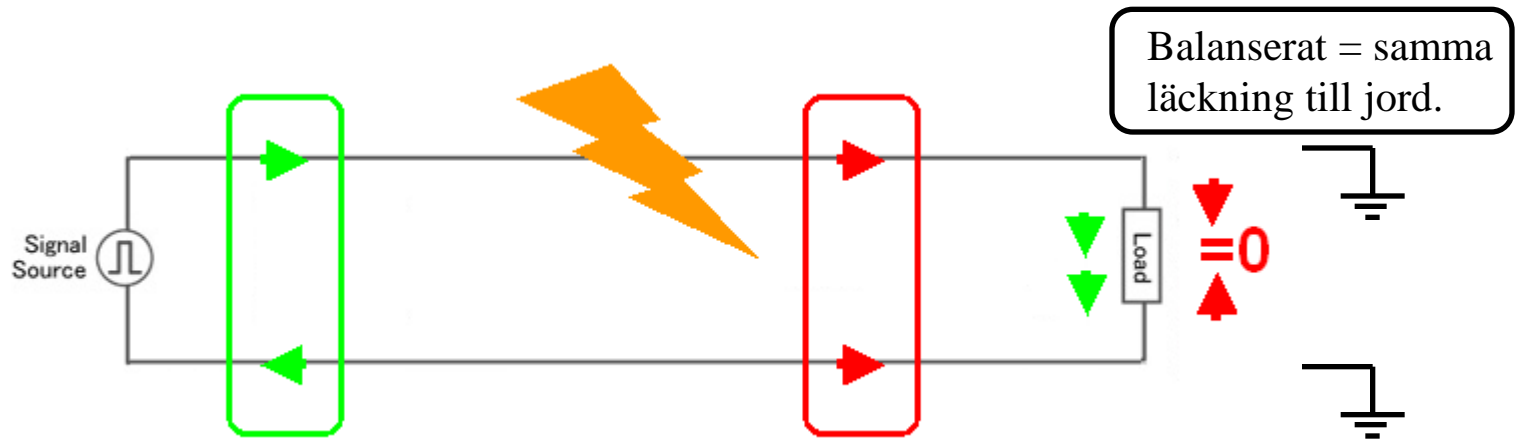


*Signaler är differential mode **DM***

*Störningar är common mode **CM***

- Signaler är **differential mode**, de har *olika* strömriktning i ledare och återledare.
- Störningar är **common mode**, de har genererats utifrån och har *samma* strömriktning i både ledare och återledare.

Balanserad utrustning

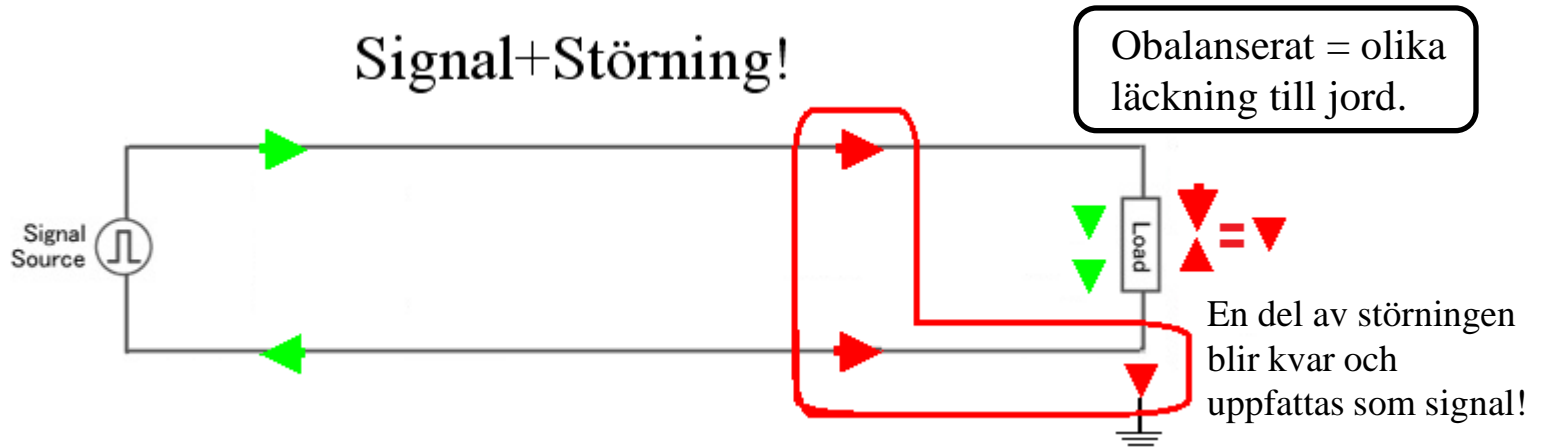


*Signaler är
differential
mode **DM***

*Störningar är
common
mode **CM***

Commonmode-störningar ger *ingen* påverkan på signalen om man har en **balanserad** utrustning.

Obalanserad utrustning



Signaler är
differential mode DM

Störningar är
common mode CM

En **obalanserad** utrustning har ”närmare” till jord för den *ena* ledaren, en del av störningen tar då den vägen – den kvarvarande *resten* av störningen uppfattas som om det vore en signal!

- Man eftersträvar därför *alltid* **balanserad** utrustning.

Vilket instrument undertrycker commonmode-störningar?

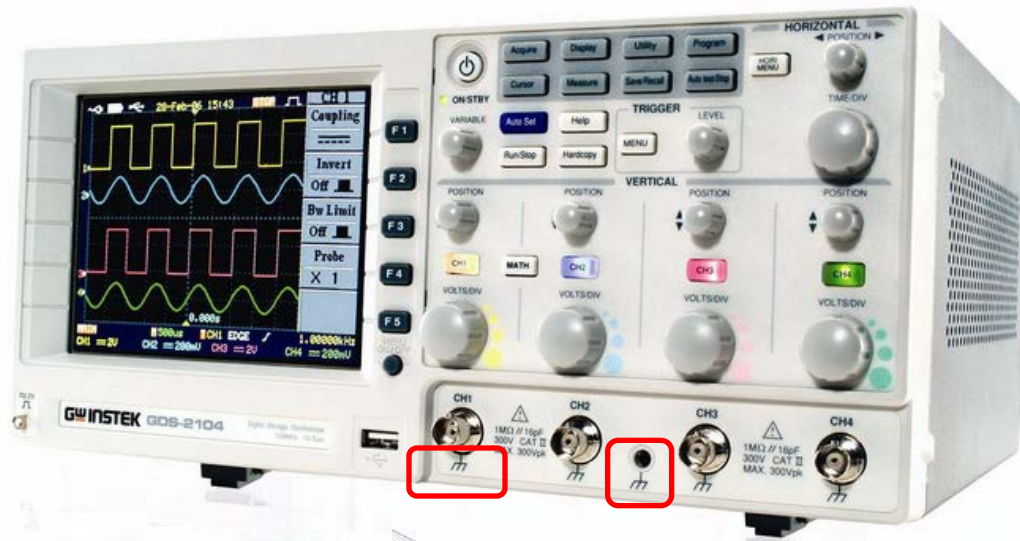


10000 kr



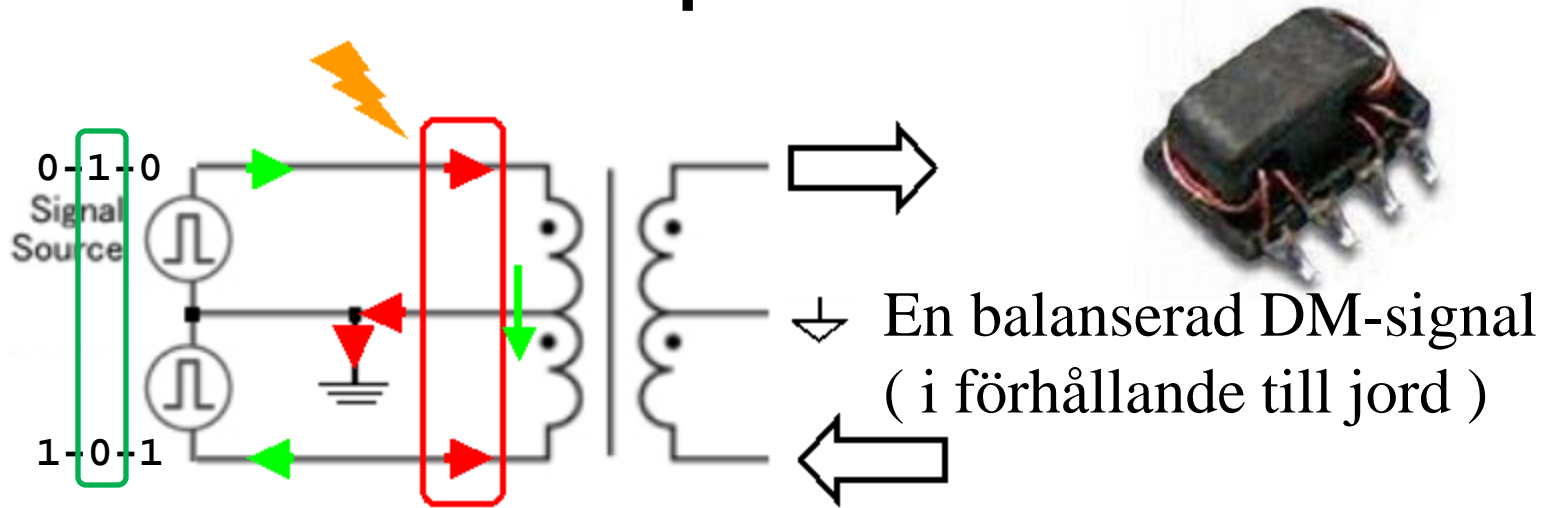
100 kr

Vilket instrument undertrycker commonmode-störningar?



- Det billiga handhållna visarinstrumentet är isolerat från jord och är helt okänsligt för commonmodespänningar!
- Det dyra oscilloskopet har jordade ingångar och blir därmed känsligt för commonmodestörningar!

Balanserad pulstransformator



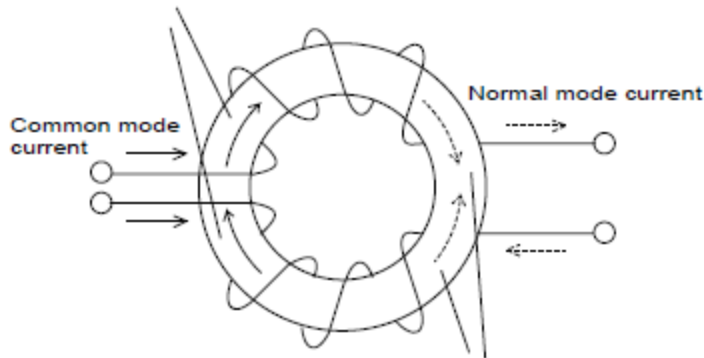
Den utsända datasignalen består av två ”motriktade” pulser som tillsammans driver en ström genom *båda* lindningshalvorna. Lokala störningar uppträder common mode och kommer i stället att ledas till jord. Dom når aldrig transformatorns sekundärsida.

Resultatet blir en *isolerad* och *balanserad DM-signal* befriad från ”lokala” störningar.

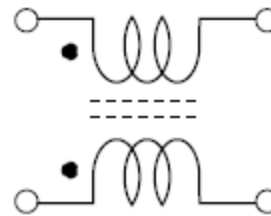
Störskyddsdrossel

CM-Choke

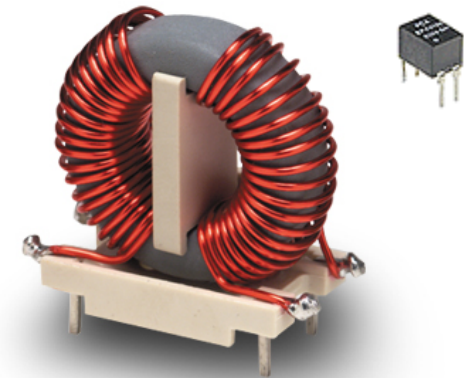
Magnetic flux caused by common mode current is accumulated, producing impedance.



Magnetic flux caused by differential mode current cancels each other, and impedance is not produced.



$$L_{SER} = L_1 + L_2 - 2M$$
$$L_{PAR} = \frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M}$$



- **Störningar**, common-mode ström (= parallellkopplade spolar), möter induktans och *bromsas* därför

$$k = 0,9 \Rightarrow M = 0,9L \quad L_{TOT} = \frac{L \cdot L - (0,9L)^2}{L + L - 2 \cdot 0,9L} = \frac{0,19}{0,2} L \approx L$$

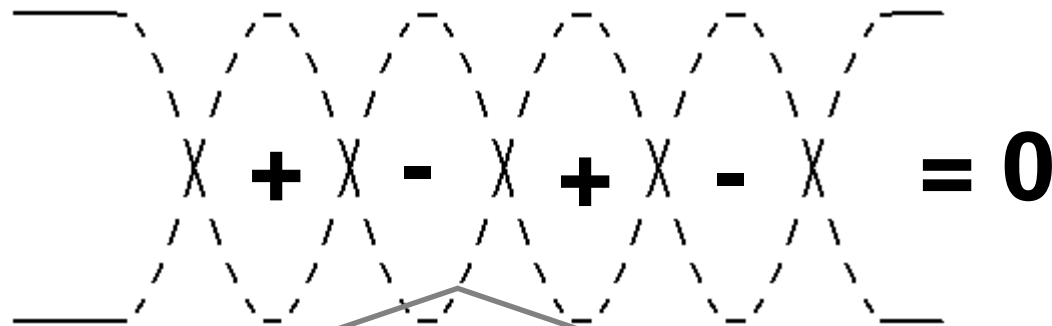
- **Signalen**, differential-mode ström (= seriekopplade spolar), möter knappast någon induktans alls!

$$k = 0,9 \Rightarrow M = 0,9L \quad L_{TOT} = L + L - 2 \cdot 0,9L = 0,2L \approx 0$$

Partvinnad kabel

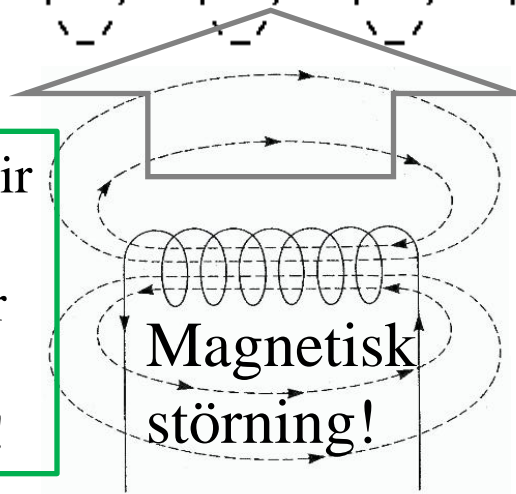


- Mellan utrustningarna används partvinnad kabel.



En partvinnad kabel blir

- okänslig för **elektromagnetiska** störningar utifrån, resulterande inducerad emk blir ≈ 0 !



Trådarna är hårt kopplade till varandra $k \approx 1$.

$$L_{TOT} = L + L - 2L \approx 0$$

- Ledningsinduktansen blir ≈ 0 för signalen, men $\neq 0$ för störningen!

Skärmad kabel?

Folieskärm

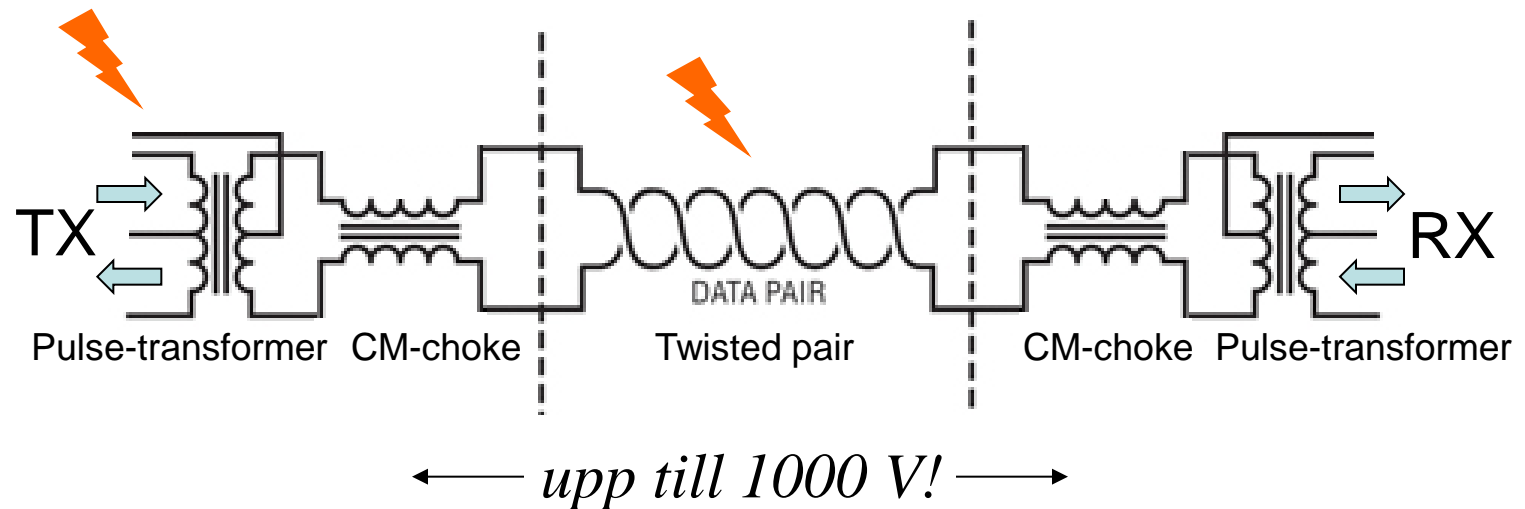
En skärmad kabel
blir okänslig för
elektriska
störningar/fält – som
en "Faradays bur".



Lugn, han klarar sig ...

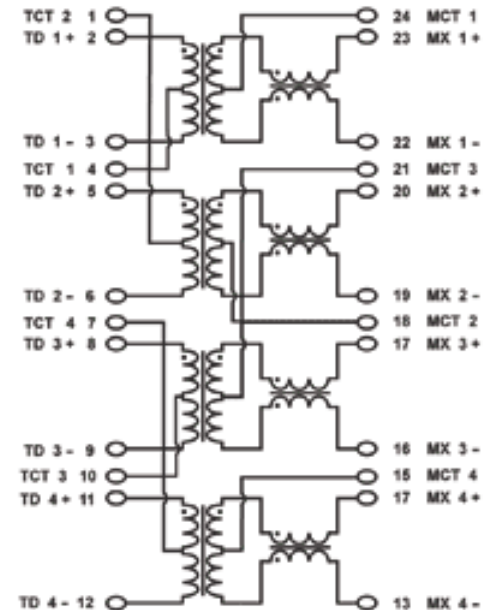
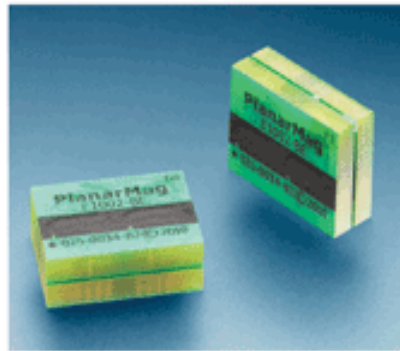
- Mot radiofrekventa störningar kan en skärmad Ethernetkabel användas.

Hela dataöverföringen



Ethernetfiltret som komponent

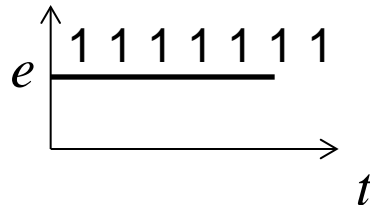
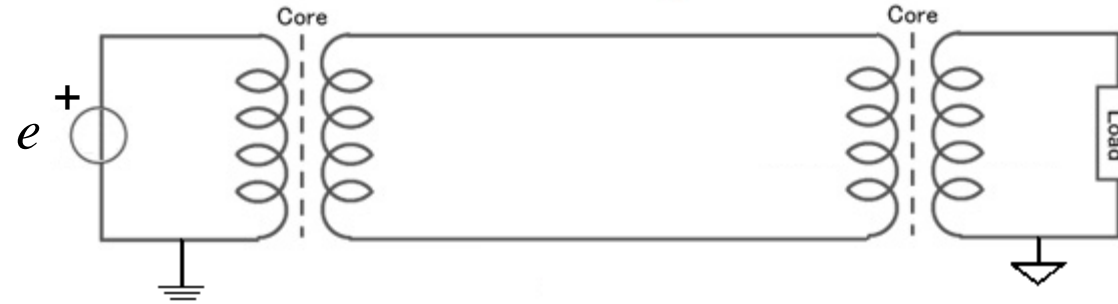
Ethernetfiltret kan köpas som en färdig komponent, monterad i kontakten.



1000BASE-CX **Gigabit Ethernet** för partvinnade kablar.

Innehåller både **Pulstransformatorer** och **CM-Choke's**

Data genom transformator?

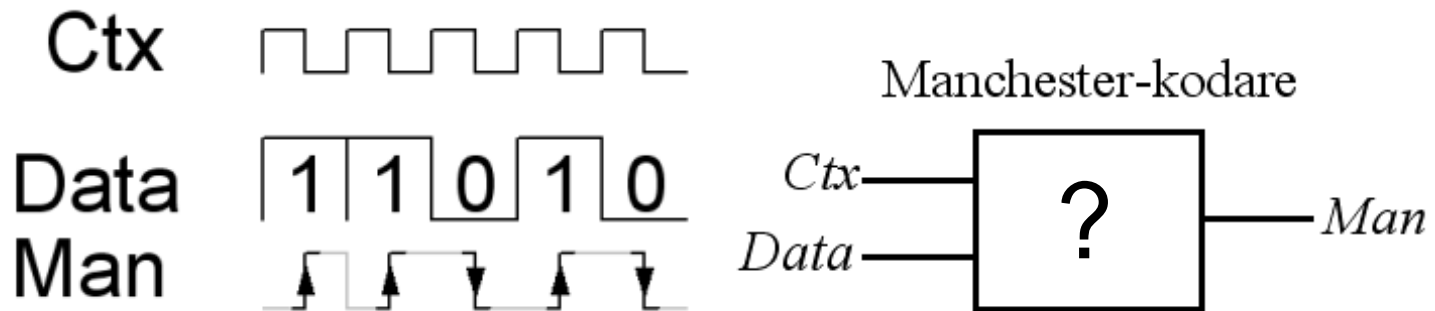


Data får *inte* vara *konstant* någon längre tid eftersom "likspänningar" inte kan passera genom transformatorer!

- Därför är data "Manchesterkodat".

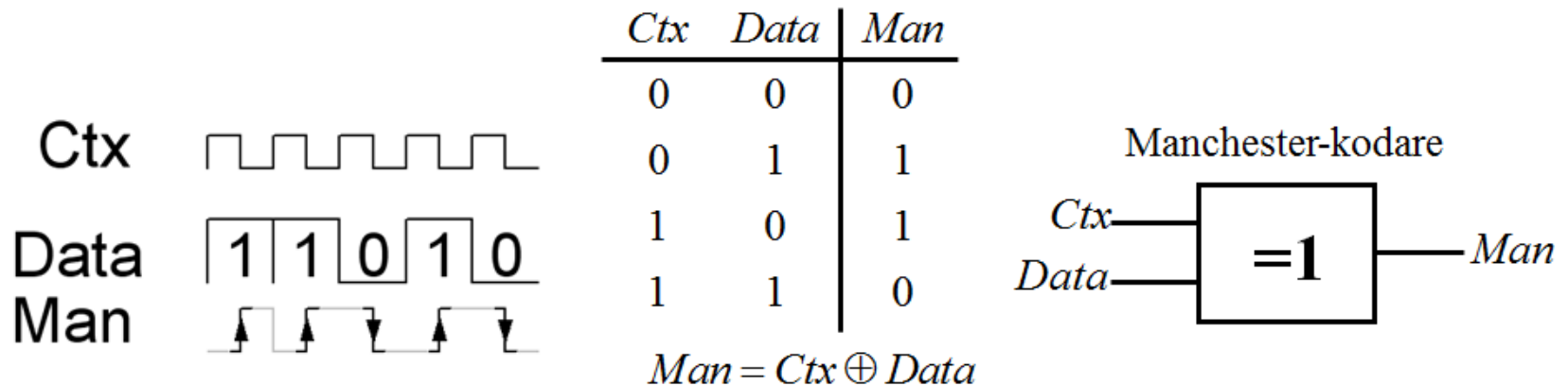
Manchesterkodning

Manchesterkodning innebär att 1 och 0 representeras av positiva och negativa flanker. Signalen ändrar sig hela tiden även när data är konstant och kan därför passera genom transformatorer!



(Kommer Du ihåg grindarna från Digital Design?
Vad tror Du finns inuti Manchesterkodaren?)

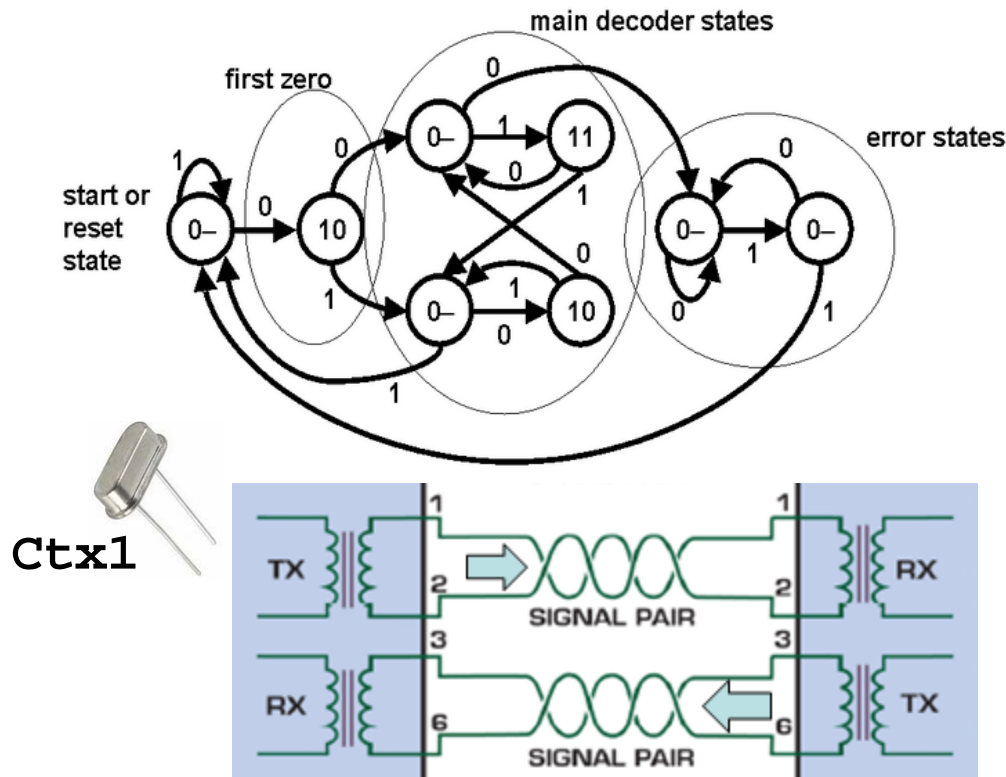
(Manchesterkodaren)



Det räcker med en enda EXOR-grind för att tillverka en Manchestersignal från datat och klockpulserna!

(Manchesteravkodaren)

- Med ett sekvensnät på mottagarsidan kan man sedan utvinna *både* klocksignalen **Ctx** och signalen **Data** ur manchestersignalen **Man**.
- Båda sidor har sina egna lokala klockpulser som *inte* behöver vara exakt lika.



Sekvensnätet för manchesteravkodaren är lite för komplicerat för att få vara med på en Digital Design-tenta!

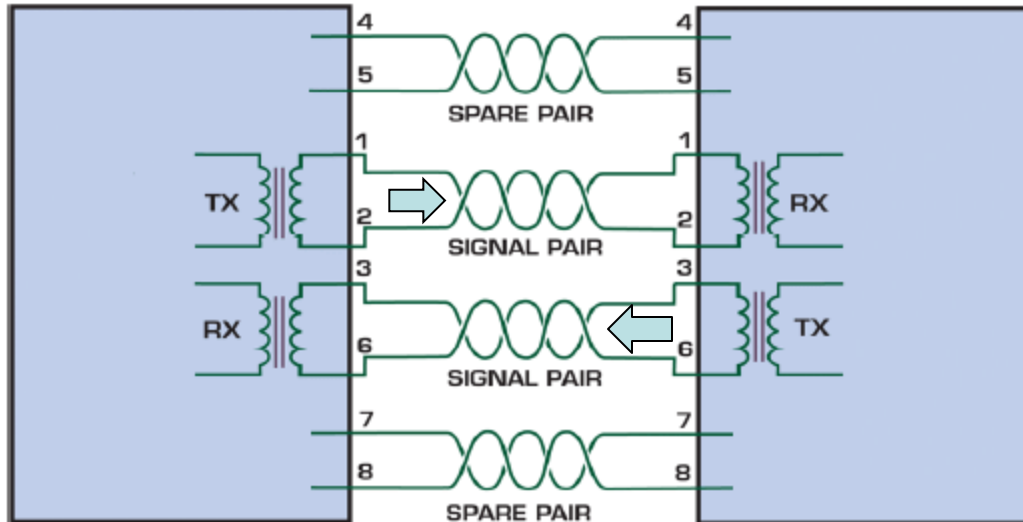


Ctx1

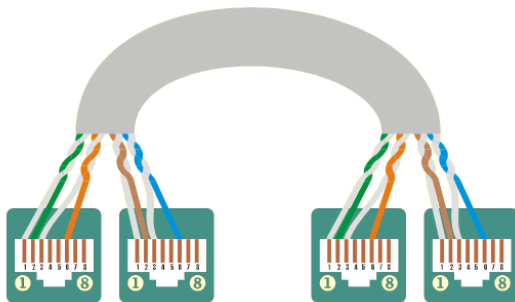


Ctx2

Ethernet kontakten



4 signalpar, varav två reservledningar.
Vad kan man använda reservledningarna till?

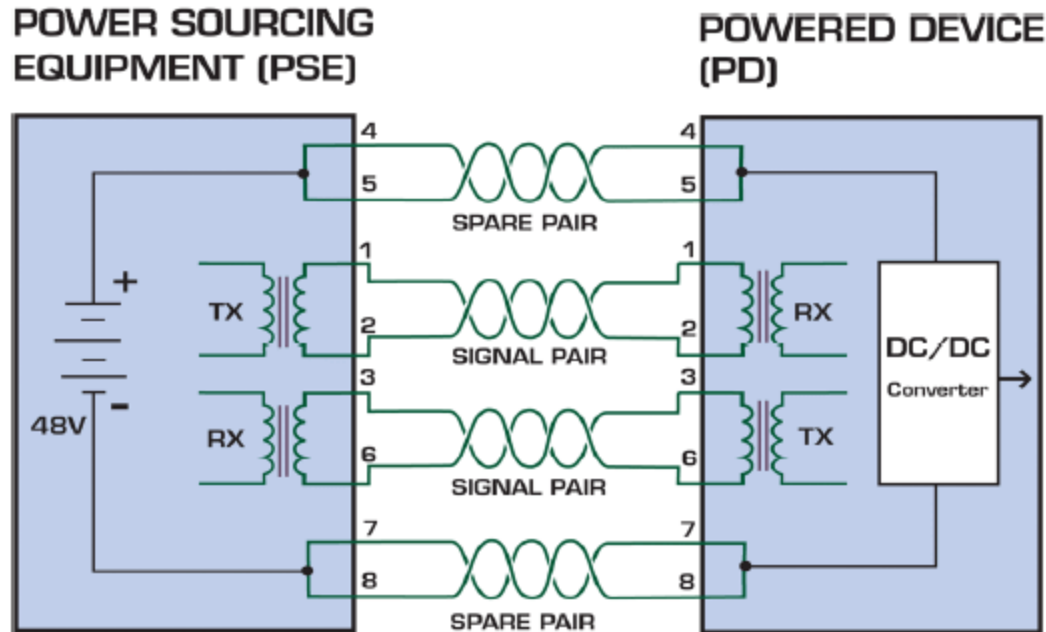


Reservledningar?

- två utrustningar kan dela på en kabel (100Mb/s),
eller
- högre överföringskapacitet (1000Mb/s) !



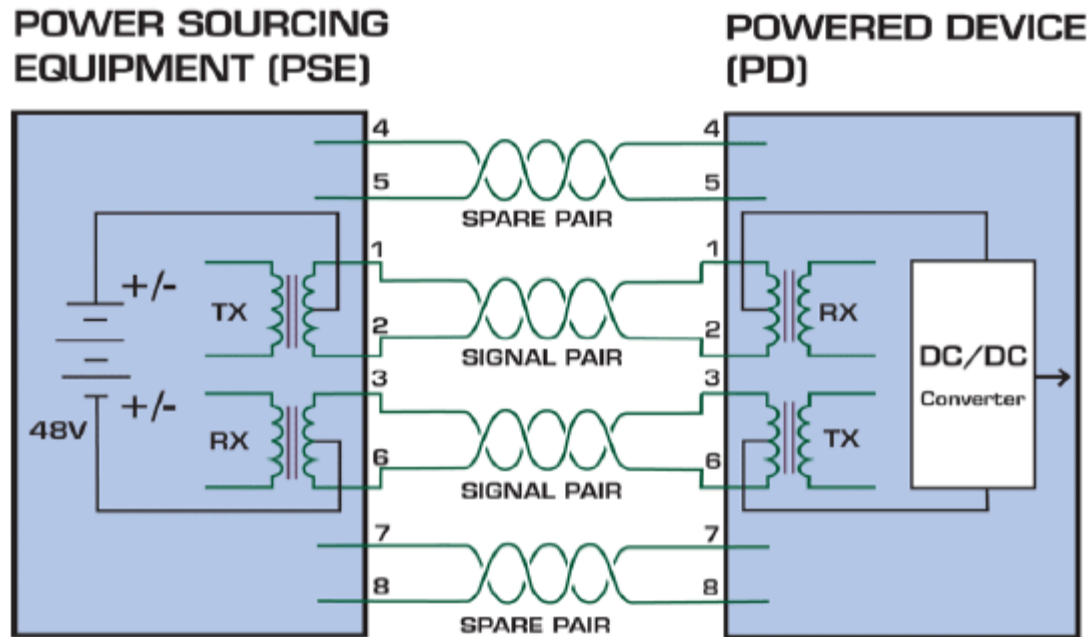
Spänningsmatning över ethernet



Reservledningar? • spänningsmatning över ethernet

Dumt att använda "reservledningarna" (Spare pair) till spänning – det är bättre att använda dem till dataöverföring (1000Mb/s).

Spänningsmatning över ethernet



- Det ”smarta” sättet som *inte* utnyttjar ”reservledningarna” ...

William Sandqvist william@kth.se