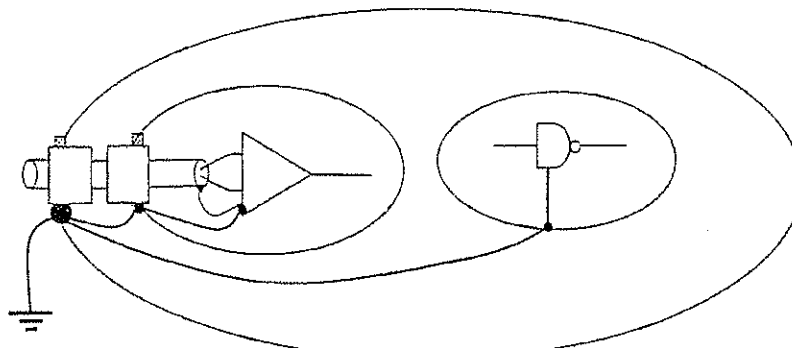


Kapitel 8 Topologi

Inledning



Figur 8-1 EMC zoner

Med topologi menas i EMC-sammanhang en uppdelning av en konstruktion i zoner eller underenheter på ett sådant sätt att andra metoder kan *samverka* till en helhetslösning:

Zonindelningen följer samma struktur som den *trädformiga jorden*. Varje nod i jordträdet är en referenspunkt för underliggande enheter.

Till varje nod hör en *skärm* som är skyddsbarriär för den zon som hör till noden. Vid skärmens jordpunkt finns en *intagsplåt* där alla förbindelser in och ut ur zonen passerar. Genom att förbindelserna följer trädstrukturen minimeras slingorna.

I eller omedelbart intill intagsplåten placeras *filter* samt *överspänningsskydd* i de fall där sådana behövs.

Separation får man genom att placera störande kretsar i en zon långt ifrån känsliga kretsar.

Balansering av signaler samt *skärmning* och *tvinning* av parledningar skyddar signalerna ytterligare både från externa störfält och från sådana störfält som är internt genererade.

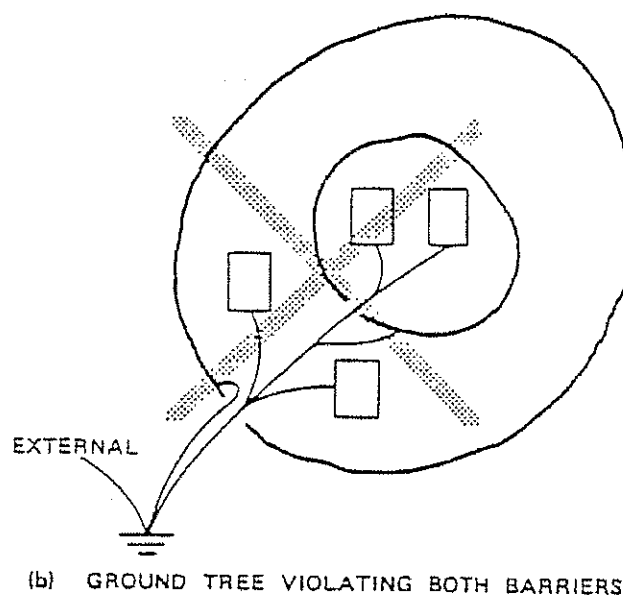
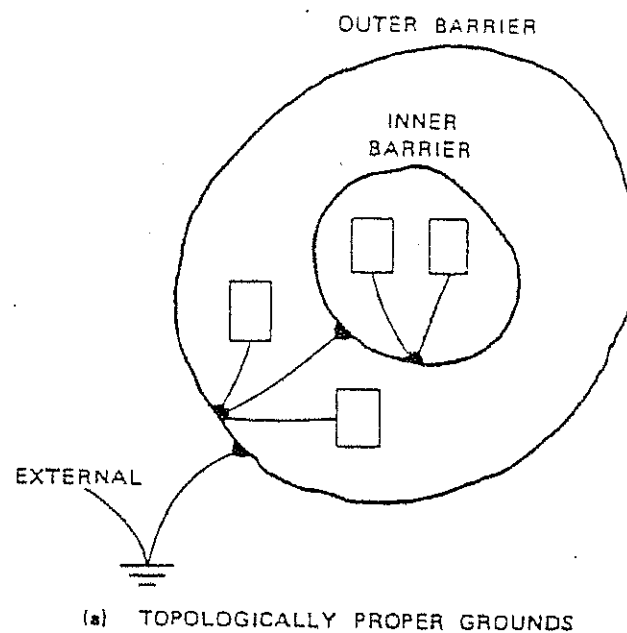
Isolering eller *galvanisk avskiljning* används för att konditionera signaler med längsspänning. Det kan gälla en yttre signal eller en signal från en annan zon i systemet.

Topologisk konstruktion innebär alltså att kombinera olika åtgärder till en EMC-riktig helhet med en zonindelning och ett nivåuppdelat jordträd som grund.

Samtidigt skall konstruktionen *modulariseras*, det vill säga delas in i enheter, underenheter, kretskort och så vidare efter helt andra grunder. Det finns hundratals möjliga sätt att dela upp en utrustning men alla är inte lika bra ur EMC-synpunkt.

Det betyder att "EMC-topologi" är ett viktigt kriterium vid modulariseringen av en konstruktion.

Topologiska diagram

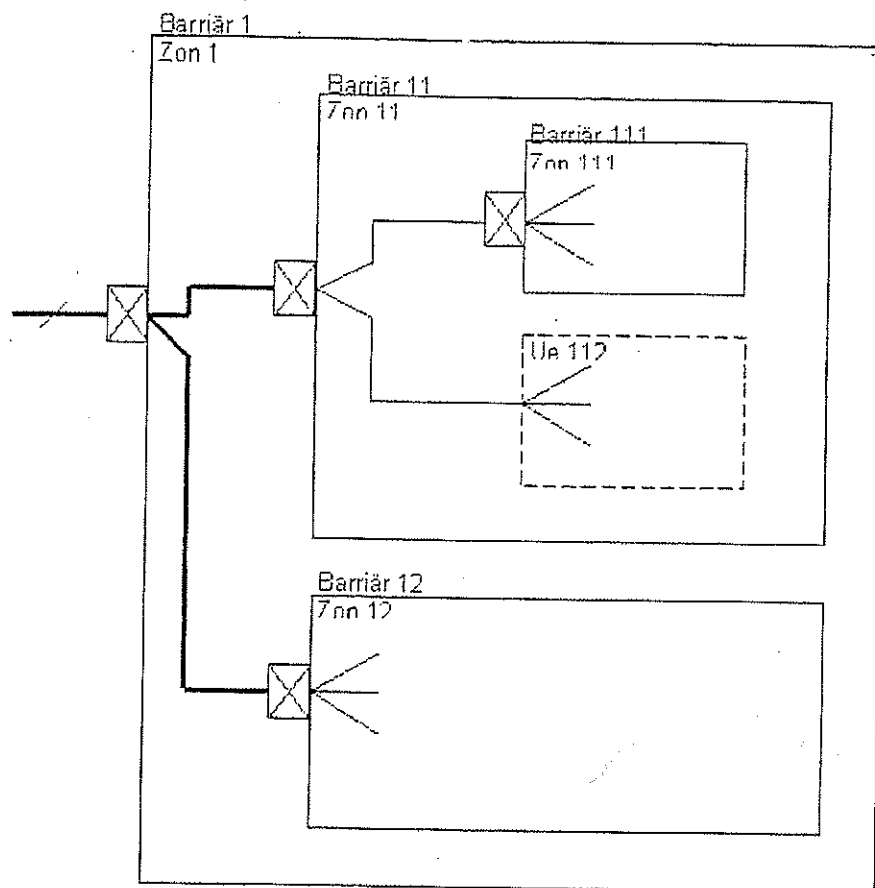


Figur 8-2 Topologisk diagram

I topologiska diagram och schemor ritas ofta barriärerna som runda former trots att det i praktiken nästan alltid är fråga om fyrkantiga boxar. Man får anta att orsaken till detta är att man vill betona det teoretiska framför det praktiska och komma bort från skruv, mutter och plåt.

Ovanstående bild som är hämtad ur en militär EMC-regelbok visar vikten av att skärmarna är jordade på rätt sätt.

Zoner med successivt bättre elmiljö



Figur 8-3 Zoner med markeringar

Ett mer fyrkantigt framställningssätt är vanligt när det gäller större anläggningar som manöverrum i industrin, ett kärnkraftverk eller militära anläggningar i berggrum.

Observera att varje zon normalt innehåller öppna kretsar jämsides med ytterligare zoner, exemplifierat av zon 11 som innehåller både den skyddade zon 111 och den oskyddade underenheten 112.

 = filter, ingångsskydd och intagsplåt.

Indelningsgrunder

Ett vanligt sätt att dela upp och modularisera en konstruktion är att se på signaltyperna, man gör till exempel en digital modul, en analog modul, en audiomodul, en modul med reläer och så vidare.

Ett sådant indelningssätt ger dock ingen information om i vilken ordning, utifrån och in, som modulerna skall sitta. Vilken modul är lämpligast att sätta nära ingången, den digitala? Den analoga?

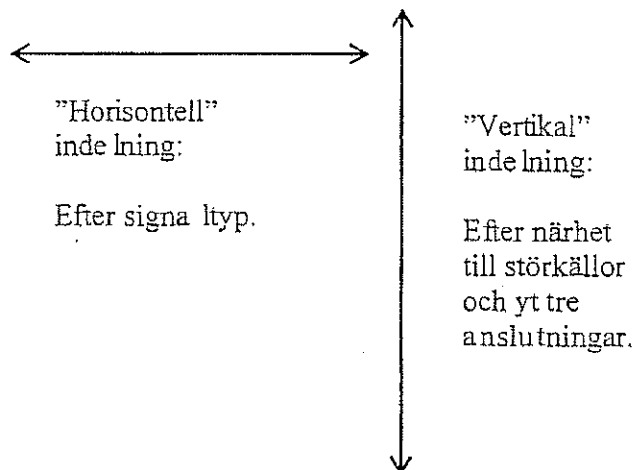
Ett annat sätt är att dela in konstruktionen efter störmivå med

en gemensam anslutnings- och isolerzon

en eller flera störtlåga zoner för nivåomvandling, signalformning med mera

en eller flera inre skyddade zoner för känsliga analoga eller digitala kretsar.

Dessa två indelningsgrunder står dock inte emot varandra utan kan med fördel kombineras så att en indelning efter signaltyp görs på varje nivå. Olika signaltyper har också olika krav på jordningssätt, isolering, filtrering, skärmning med mera.



Figur 8-4 Indelningsgrunder

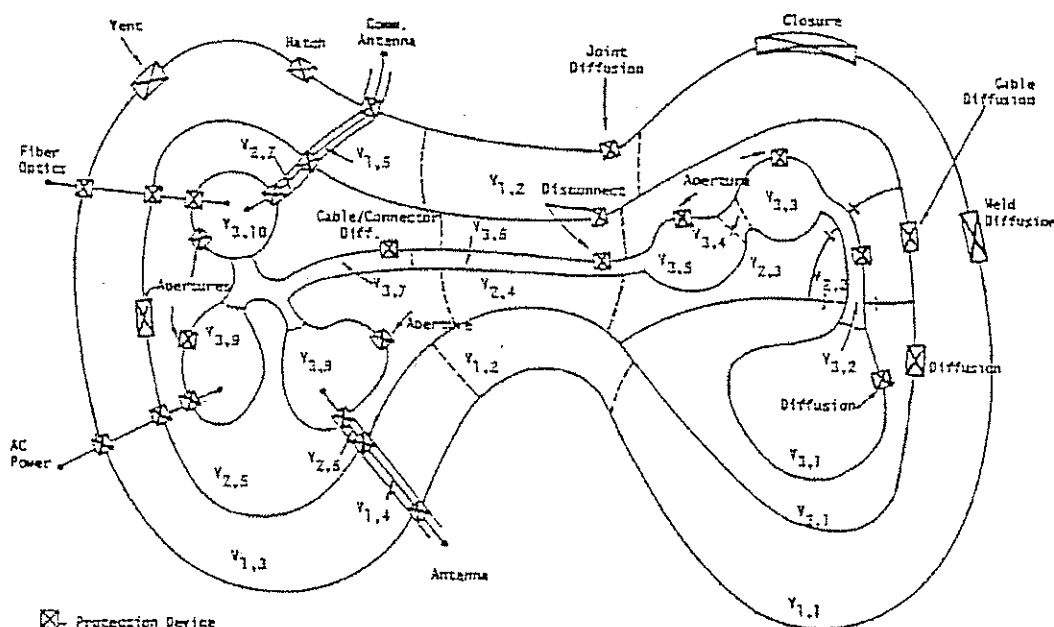
Principer för topologiska elmiljödiagram

Ett system delas in i volymer (V) och barriärer (S).

Index (1,2 osv) anger de inbördes relationerna mellan volymerna och barriärerna.

I anslutning till ingångsskydden finns ett extra skärmat område ($V_{1,2}$ och $V_{2,2}$) som är den volym där ingångsskydden rent fysiskt är monterade.

Detaljerat exempel

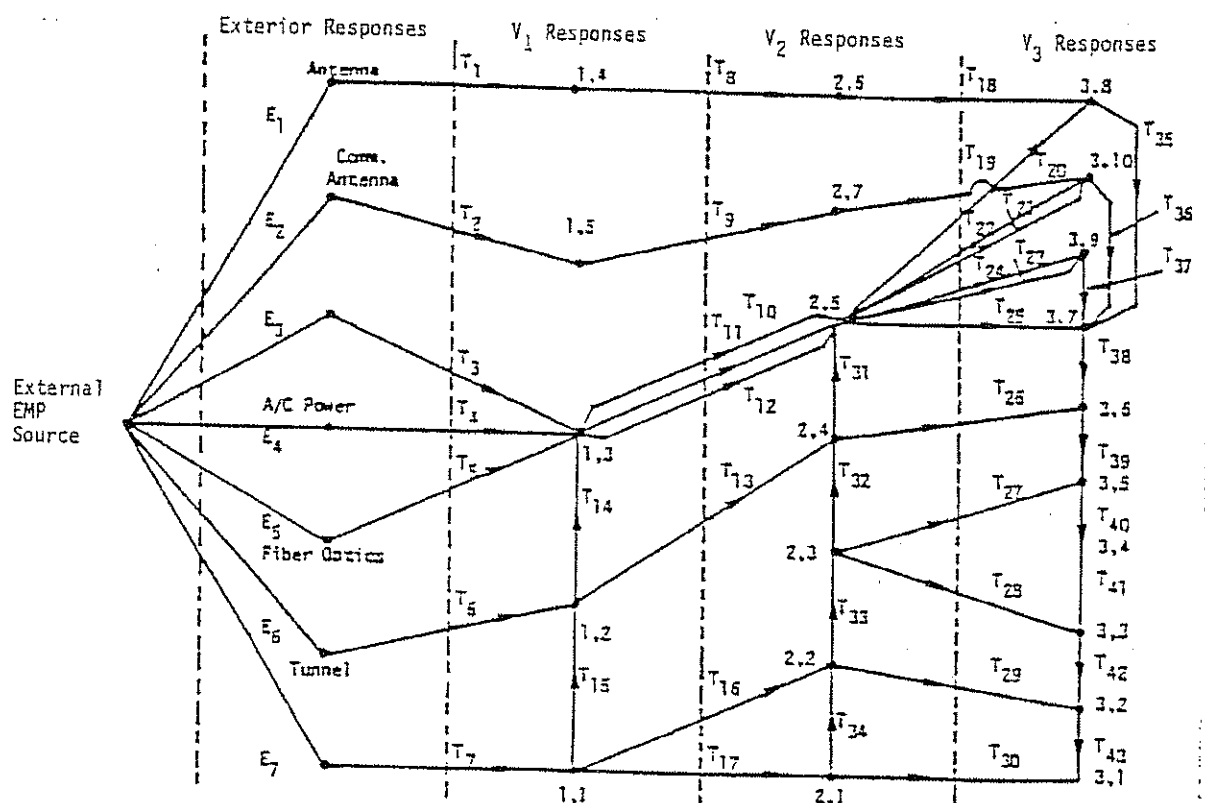


Figur 8-5 Ett exempel av zonindelning

Det här exemplet visar en militär installation, förmodligen en radarstation. Stationen får sin elförsörjning utifrån och den har också anslutningar för radiokommunikation och radarantenn ("Antenna"). Insamlade data går till en stridsledningscentral via en fiberoptisk förbindelse.

Kartläggning av påverkansvägar

Exemplet "radarstation" ritas som ett diagram med noder, barriärer och transmissionsvägar (T).



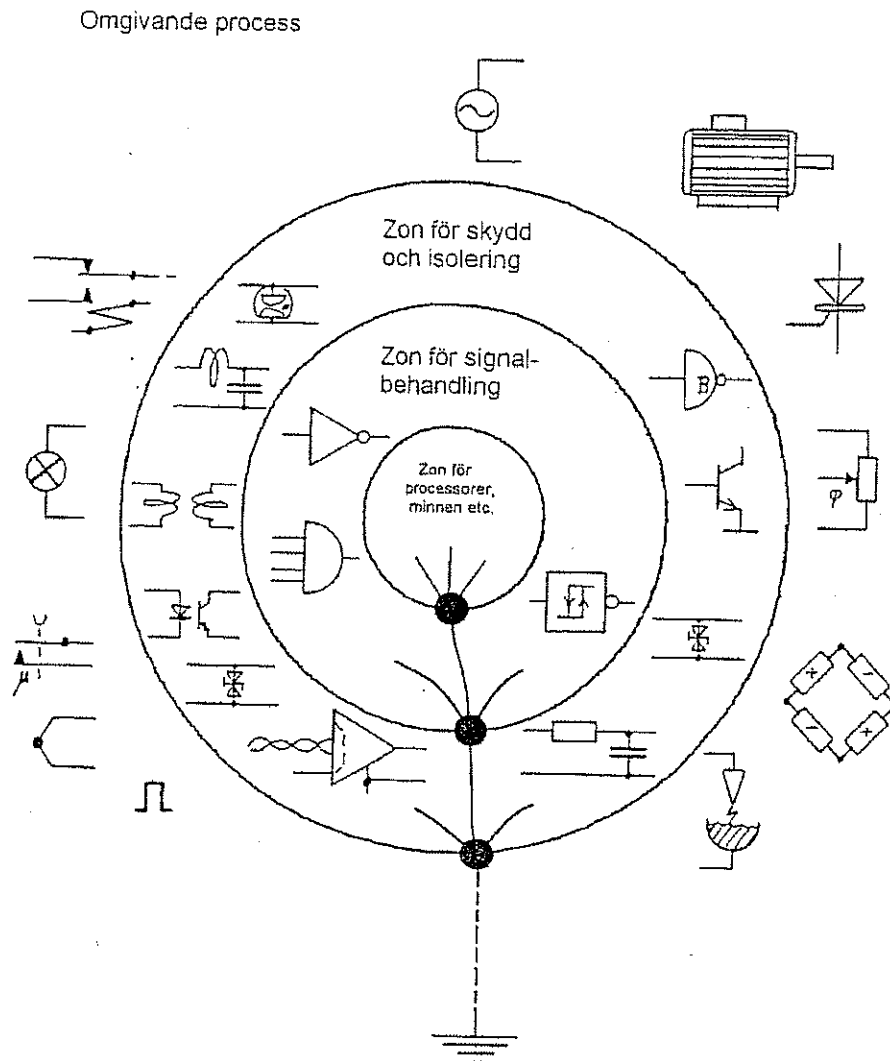
Figur 8-6 Markering av påverkningsvägar

Programmet räknar ut och adderar amplitud och fas för varje nod vid ett valbart antal frekvenser inom det område man vill studera, till exempel 30 kHz till 3 GHz.

När alla noder i en zon är beräknade går programmet vidare, åt höger i diagrammet, genom att ta en nod i taget och sätta alla andra noder = 0 (superposition). Det förutsätts alltså att systemet är linjärt.

Längst ner till höger ligger V_{3,1} som är den innersta zonen.

Zoner i industriell miljö

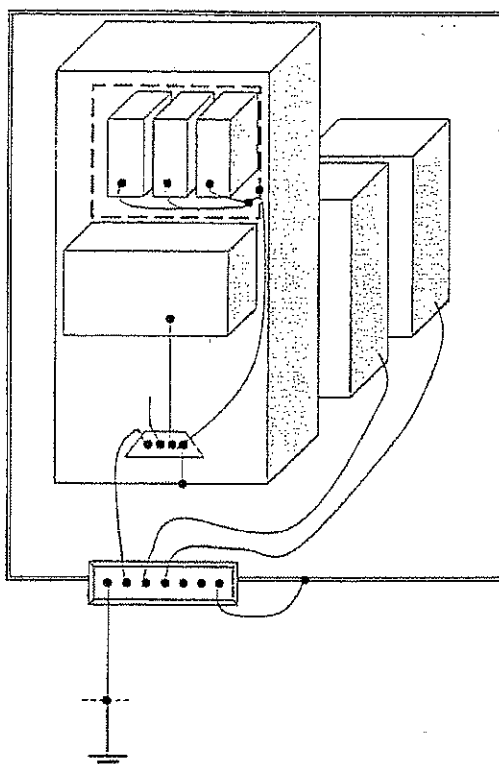


Figur 8-7 Zoner i en industriellmiljö

Den yttre isolerzonen tar hand om
Höga spänningar (in och ut)
Höga strömmar (drivning)
Frekvenser utanför området (filtrering)
Långsspänningar (isolering)

Vid låga frekvenser är jordsystemet viktigare än skärmningen och vanliga racksystem duger i allmänhet. Signalbehandlingszonen består i ett typiskt fall av nivåomvandling och digitalisering och kan göras störtålig på grund av låg bandbredd. Den innersta zonen måste dock skärmas mot höga frekvenser.

Uppdelning i skåp och kassetter

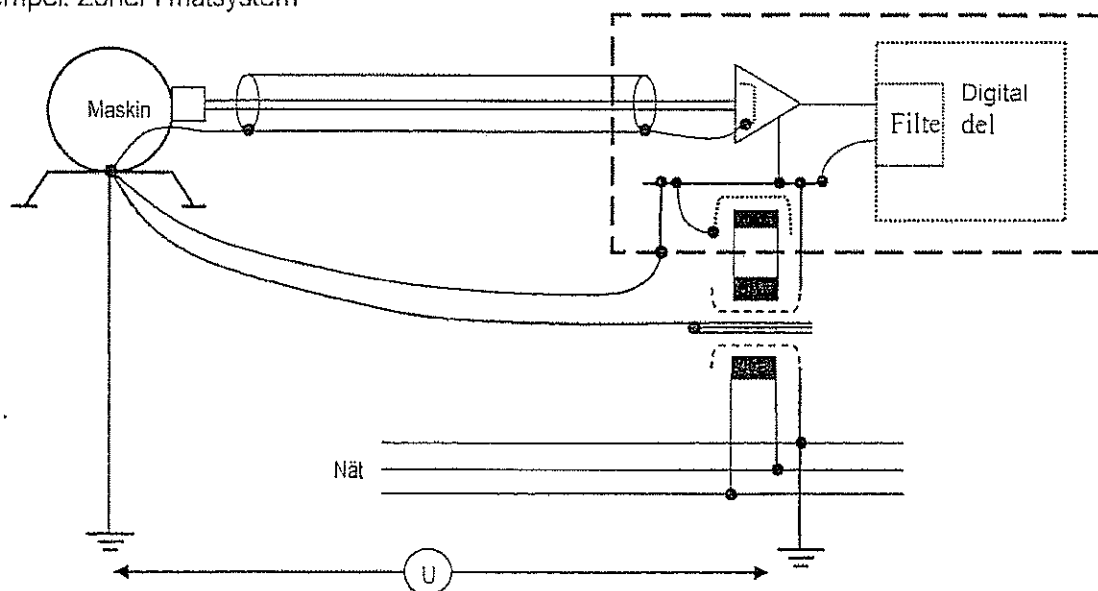


Figur 8-8 Uppdelning i skåp och kassetter

Tidigare exempel på jordning kompletterat med några skärmanlutningar samt en yttre skärm som kan bestå av byggnadsdelar.

Hur bör man dra kablaget i systemet i detta fall? Rita in ett förslag.

Exempel. Zoner i mätsystem



Figur 8-9 Zoner i mätsystem

Det här exemplet har vi tittat på i samband med isolerande komponenter. Här är det något kompletterat:

I ett mätsystem är man oftast intresserad av låga frekvenser, säg $< 1\text{ MHz}$. Störningarna i det området är främst magnetiska, dvs induktivt kopplade. En trädformig jordupbyggnad, tillsammans med tvinnade kablar, är det bästa skyddet här. Den enda punkt som är HF-känslig i schemat är förstärkaringången. Den måste ha ett lokalt skydd med balun etc.

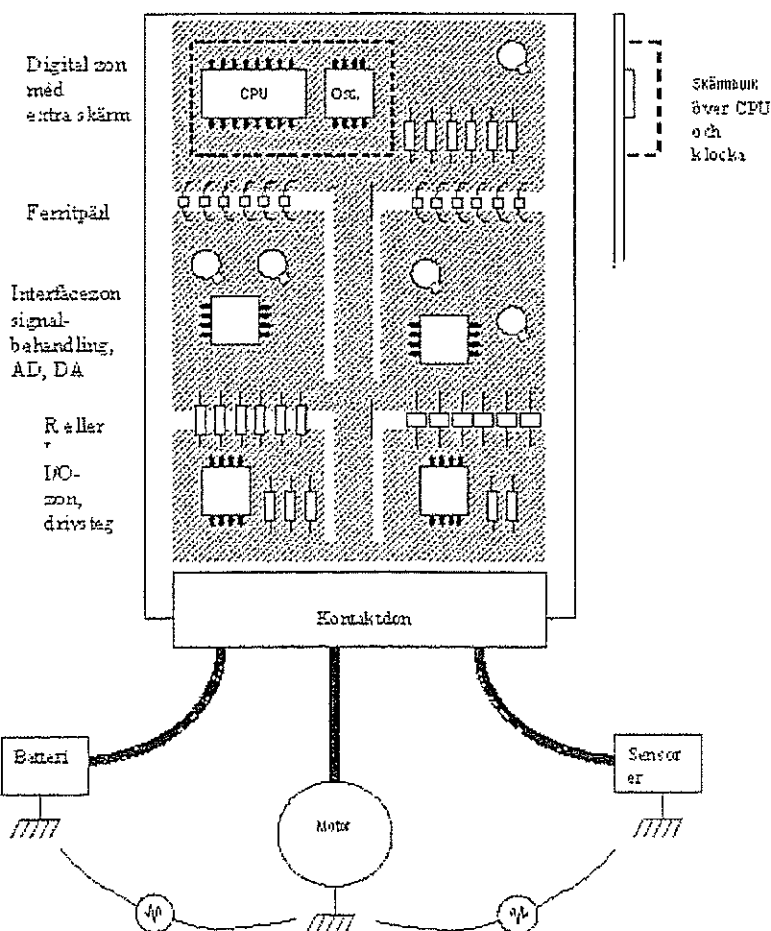
Lägg märke till att *filter* inte används utom till den digitala delen (som också har en skärm). I övrigt isoleras störningar bort genom enstaka skärmningar (gard och isolationstransformator).

Att använda skärmar på detta sätt minskar kopplingen i systemet, skärmarna *separerar* olika delar av kopplingen. Det är ett bättre och billigare sätt än filtrering som *ökar* kopplingen (till jord) och kan dra in längsspänningar i systemet.

Försök rita ett topologiskt diagram över mätsystemet!

Zoner på kortnivå

Som exempel visas ett kort för styrning av motorfunktionerna i en personbil. Kortet är monterat i en skärmande kassett. Kortet har fyra lager och de tre zonerna har skärmande jordplan som ytterlager.



Figur 8-10 Zoner på kretskortnivå

Zoner på bakplansanslutna kort

Ett speciellt problem uppstår när buss-anslutna kort ansluts till yttre ledningar. En vanlig konfiguration är den *enkelsidigt anslutna bussen*:

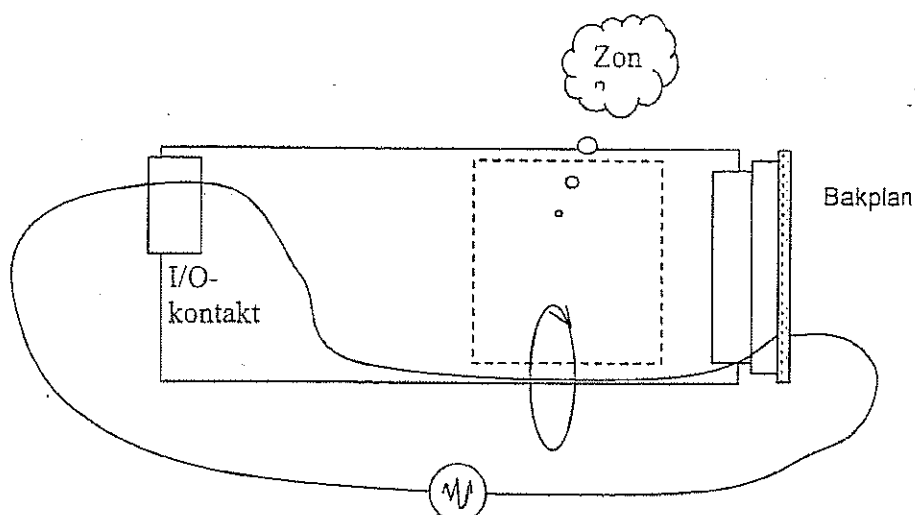


Figure 8-1 Felplacerad I/O med backplan konstruktion

I/O = input/output

Här måste I/O-störningar och commonström flyta över kortet till jord i bakplanet. Man kan då inte dela in kortet i zoner på något meningsfullt sätt, alla delar av kortet är störda av I/O-strömmar.

Ett vanligt PC-kort är då bättre eftersom avståndet från I/O-kontakt till bakplan är mindre. En stor del av kortet är opåverkad av I/O-strömmarna:

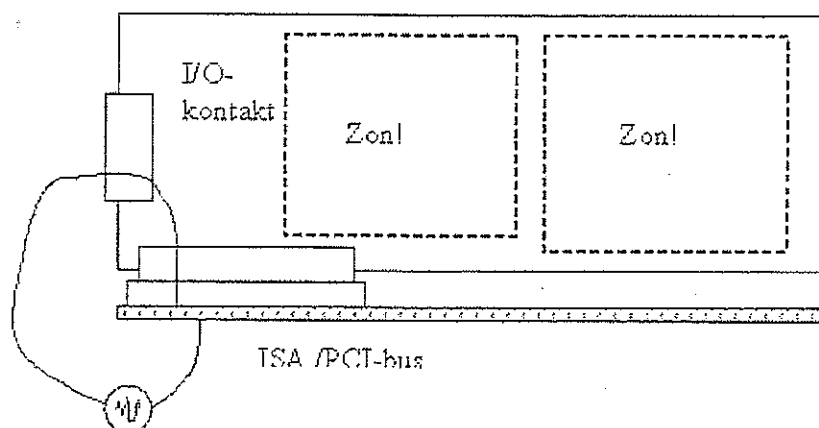


Figure 8-2 Bättre placering av I/O versus Backplan

Bakplan som barriär

En ännu bättre lösning är att använda båda sidorna av ett bakplan och att låta I/O-anslutningarna gå rätt igenom bakplanet på en dedicerad del av kontakten:

Jord- och matningslagren i bakplanet kan vara en del av en barriär som skiljer det störda I/O-området från ett känsligt kort.

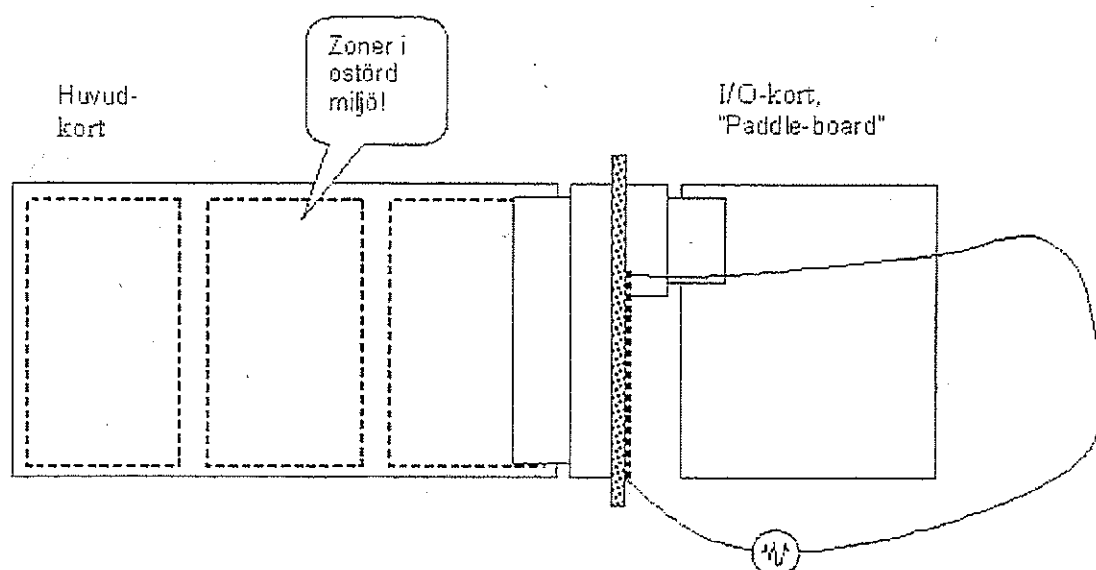


Figure 8-3 Bästa placering av I/O kontakter

Åskskydd med zonindelning

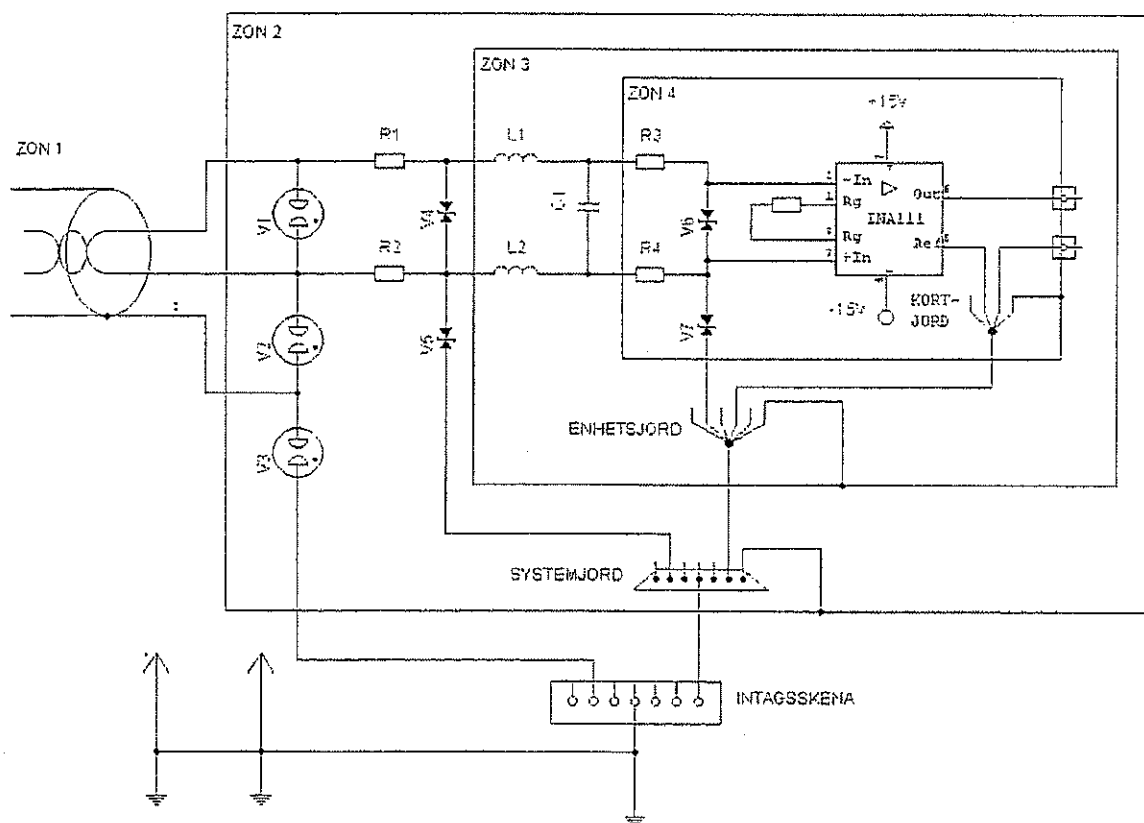


Figure 8-4 Åskskydd med zonindelning

Vi har tidigare sett hur ett åskskydd uppbyggt av grov- och finskydd kopplas till de olika nivåerna i en trädformig jordstruktur. I detta schema är även barriärerna (skärmarna) inritade.

Barriärerna är anslutna till sina respektive jordpunkter.

Tänk på att detta är ett schema som inte säger något om det fysiska utförandet. Några exempel:

Jordpunkterna skall sitta i direkt anslutning till skärmen på respektive nivå.

In- och utgående kablar skall passera en intagsplåt i omedelbar anslutning till jordpunkten.

Överspänningsskydden skall placeras alldeles intill intagsplåten så att strömbanan till jord blir så kort som möjligt.

Barriären till zon 2 kan bestå av ett konventionellt golvstativ med måttlig dämpning.

Barriären till zon 3 kan vara en emc-tätad apparatlåda med god dämpning.

Barriären till zon 4 kan utgöras av kretskortets yttre matnings- och jordlager.

I varje zon finns också flera underenheter (med eller utan skyddsbarriärer) som inte är utritade i schemat.