

Nye mikrotools hjælper med EMC-designet

Proaktivt EMC-design er vigtigt for at undgå dyre og tidskrævende fejltagelser, når nye elektronikprodukter udvikles. Nye mikroværktøjer, kaldet μ -tools, fra FORCE Technology hjælper designere med de svære punkter i EMC-designet.

Af Per Thåstrup Jensen, FORCE Technology

Et produktdesign, der sikrer gode EMC-egenskaber, er en disciplin, der kræver dybdeviden, overblik og indsigt. Efter FORCE Technologys erfaringer er der et lille antal EMC-begreber og -problemstillinger, der trods gradvis EMC-modning af elektronikbranchen gennem årtiers EMC-test og -design har bidt sig fast som værende notorisk vanskelige.

En stor udfordring for elektronikdesignere er ofte begrebet 'common mode' (eller blot 'CM'). Dels er det svært at overskue, hvor stor en andel af ledningsbåret emission, der er common mode støj. Dels er det erfaringsmæssigt svært at regne ud, hvor alle dele af strømvejen befinder sig.

Common mode strømvejen afhænger tit af omgivelserne, det vil sige af strømveje og komponentværdier, som ikke er at finde i kredsløbsdiagrammet, men som ofte kan tilføjes, hvis man kan kvantificere dem og få dem placeret korrekt i diagrammet.

Endelig bør man som omhyggelig designer tage højde for, at koblingen til omgivelserne kan ændre sig ganske meget alt efter, om et produkt holdes i hånden, stilles på en metaldele eller direkte forbindes til omgivelserne (eller til 'jord').

Robust design og PPEPP-projektet

Mange moderne elektronikdesigns bliver ikke integreret i et selvstændigt kabinet, og EMC-designindsatsen er derfor nødt til at ligge på modul-, printkort- (PCBA) og komponentniveau. Printet skal kunne modstå elektriske forstyrrelser fra radiosendere (mobiltelefoni, NFC, WiFi) og elektrostatiske udladninger (ESD) i daglig brug uden nogen form for afskærmning.

Det lægger pres på valget af komponenter, udformning af printkort og især opmærksomhed på interface mellem forskellige dele (eller printkort) i samme apparat.

I 2020 afslutter FORCE Technology resultatkontraktprojektet PPEPP (se faktaboks), hvor der især er fokuseret på de faktorer, som, vi har erfaring med, giver nedbrud eller tab af funktion i elektronik. Elektriske forstyrrelser er kun en del af disse, men har stor betydning for produktets design.

Faktaboks om PPEPP

PPEPP er akronym for resultatkontraktprojektet "Proaktivt Paradigme for Elektroniske Produkters Pålidelighed". Projektet er udført af FORCE Technology i 2019-2020 og medfinansieret af Styrelsen for Institutioner og Uddannelsesstøtte, Uddannelses- og Forskningsministeriet.

EMC-designguidelines udviklet i PPEPP-projektet:

<https://forcetechnology.com/pppepp/pp12/EMC%20Guidelines%20-%20BLJ.pdf>

Læs mere om PPEPP-projektet:

<https://bedreinnovation.dk/proaktivt-paradigme-elektroniske-produkters-p%C3%A5lidelighed-pppepp>

<https://forcetechnology.com/da/innovation/projekter/proaktivt-paradigme-for-elektroniske-produkters-palidelighed>

Slaget ender med at udspille sig på printet

Elektrisk set består de fleste moderne apparater af en printplade eventuelt koblet sammen med en færdigkøbt strømforsyning. Strømforsyningens egenskaber er dermed udslagsgivende for, hvor gode EMC-forhold, der kan skabes for den samlede konstruktion.

Ser man på de klassiske tests, der udføres for at opnå CE-mærkning, så er en stor del af disse centreret om strømforsyningskablet: burst transient test, surge transient test, spændingsvariationer og indkobling af HF-forstyrrelser i frekvensområdet 150 kHz til 80 MHz.

Dette er også tilfældet, hvis man har designet et produkt, der forsynes med strøm fra en netadapter eller for eksempel med 5 V via en USB-tilkobling. Hvis man undlader at lægge sig fast på en strømforsyning, er man nødt til selv at bygge tilstrækkelig filtrering ind i sit printdesign. I testsituationen i EMC-laboratoriet vil en ikke-fastlagt strømforsyning blive opfattet som 'ingen dæmpning', og ledningsbårne tests vil normalt blive udført direkte på DC-indgangen.

Kapacitiv kobling blot ved nærhed

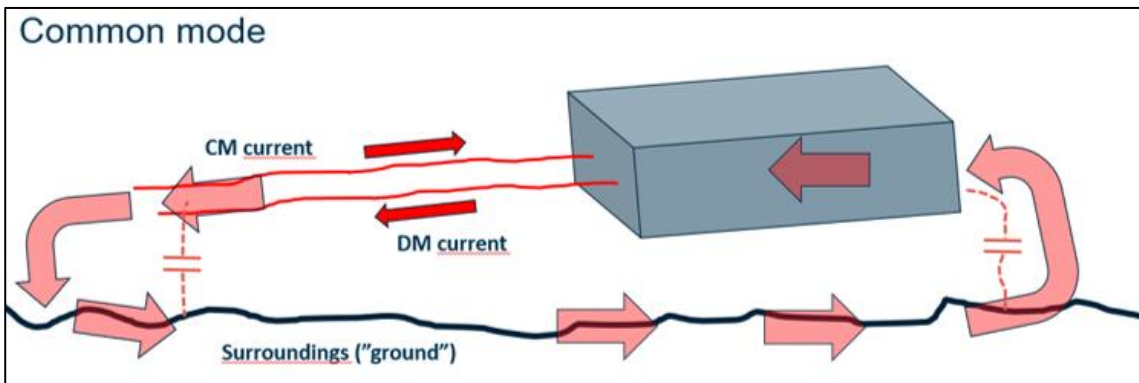
Uanset forsyningsformen så er tilstedeværelsen af CM-støjsignaler i konstruktionen uundgåelig. Al elektronik genererer selv CM-støjsignaler som et biprodukt fra kredsløbets aktive funktioner (mikroprocessor, sampling, hukommelse, clocksignaler).

Disse støjsignaler transmitteres som en CM-strøm, der flyder gennem tilsigtede og utilsigtede dele af kredsløbet – herunder også gennem kapacitiv kobling. Det kan ikke undgås, at der sker afsmittning af især højfrekvente signaler mellem kredsløb og komponenter, der sidder tæt på hinanden.

Kapacitiv kobling til omgivelserne kan også have stor betydning. Et apparat, der holdes i hånden, har en kapacitet på måske 100 pF til personens hånd, og det skaber en strømvej, der påvirkes afgørende af, om apparatet håndteres, monteres på en (metal-) del eller står på et isolerende underlag som for eksempel et træbord.

Figur 1 viser et apparat (den blå kasse) med to ledere forbundet. De to ledere kan tænkes forbundet til en termoføler NTC-modstand, som er placeret på en maskine. Der er ikke nogen elektrisk forbindelse mellem

føleren og maskinen. Men der er en kapacitiv forbindelse i størrelsesordenen 20-100 pF blot på grund af nærheden mellem maskindelens metal og føleren.



Figur 1: Apparat med 2 ledere (for eksempel til en NTC temperatursensor).

Hvis man ser på Differential Mode (DM) signalet, så vender al den strøm, man sender ud i den ene ledning tilbage gennem den anden, og resistansen og dermed temperaturen kan måles og beregnes. Den uundgåelige CM-strøm kan være genereret af apparatet selv, eller den repræsenterer et forstyrrende signal udefra. Uanset årsagen, så skal et forstyrrende signal forhindres i at nå frem til følsomme dele af kredsløbet.

Størrelsen af koblingskapaciteten kan ende med at blive afgørende for, hvor meget støjstrøm der løber i følerkablet. Og maskinen og dens installation er dermed blevet en del af kredsløbet og EMC-forholdene for apparatet. Dette til trods for, at der slet ikke er nogen tilsigtet elektrisk forbindelse mellem apparatet og maskinen.

Filtre, impedansniveau og common mode

Elektriske filtre består i den allersimpleste udgave blot af en afkoblingskondensator. Kondensatorens opgave er at forbinde en leder til en referenceflade for eksempel et stelplan (ground plane) eller forsyningsplan på printet. Kondensatoren vil opsuge hurtige ændringer i spænding, mens langsomme tilsigtede signaler (for eksempel målestrømmen til en temperaturføler) ikke påvirkes.

En enkelt kondensator betyder dog, at begge sider af 'filtret' har stor indflydelse på, hvilke frekvenser der dæmpes af afkoblingen. Derfor opbygges filtre af mindst to komponenter: en afkoblingskondensator og en serieimpedans. Serieimpedansen kan være en spole/induktans (LC-filtre) eller en modstand (RC-filtre).

Oftest indbygges en serieimpedans på begge sider af kondensatoren (T-filtre eller π -filtre). Vær opmærksom på, at hvis ikke der anvendes en spole/ferrit eller en modstand som serieimpedans, så kan man risikere, at der ikke opnås en lavpas filtervirkning.

Brug modeller af komponenterne

Selv hvis der anvendes LC- eller RC-filtre, så skal der tages højde for filterkomponenternes parasitegenskaber i designet. Fremragende afkoblingskondensatorer fungerer ikke ved høje frekvenser, hvis der er lange printbaner hen til jordplanet. Modstande og spoler kan ikke forventes at udgøre en ideelt høj impedans ved høje frekvenser.

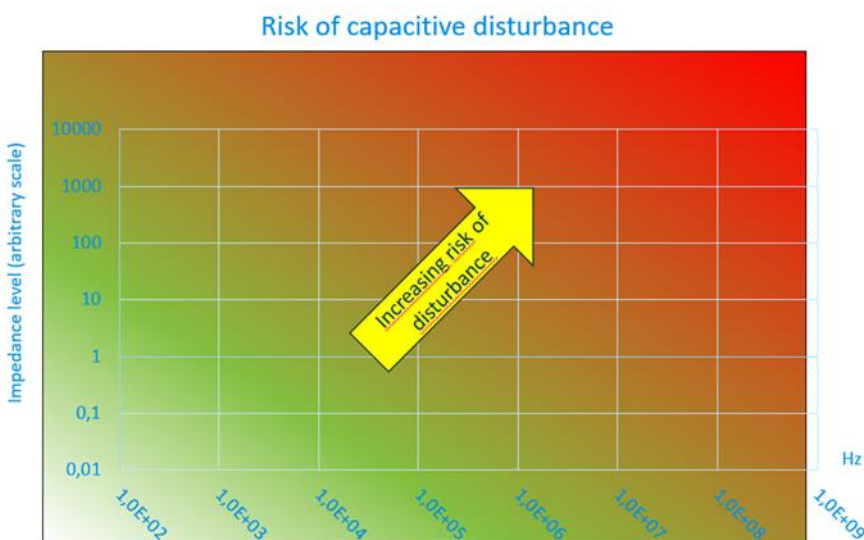
I forbindelse med PPEPP-projektet er der udviklet en samling af mikroværktøjer, kaldet μ -tools, der er tænkt som en slags schweizerkniv, som kan bruges til at få indblik i og støtte udviklingen af endnu mere robuste elektroniske produkter.

Værktøjerne kan bl.a. anvendes til at udpege væsentlige parasitgenskaber, som bliver illustreret og simuleret ved brug af et simpelt kredsløbsværktøj.

Koblingen til omgivelserne

Kapacitiv kobling bliver i princippet stærkere og stærkere ved høje frekvenser, præcis som afkoblingskondensatorernes impedans falder. Derfor opnår man ikke den forbedrede afkobling ved højere frekvens. Filtervirkningen bliver bedre, hvis filtret opbygges af som minimum en serieimpedans (spole, ferrit, modstand) og en afkobling til stelplan (kondensator). I litteraturen finder man også tit en anbefaling om at holde et lavt impedansniveau i kredsløbene.

Hvis der sker kapacitiv kobling af støj fra for eksempel maskiner, kabler og installationer i nærheden af et apparat, er det lettere at forstyrre et meget højimpedans kredsløb via 10 pF koblingskapacitet, end hvis ens eget kredsløb har en lav (afkoblet) impedans (se figur 2).



Figur 2: Risiko for forstyrrelser ved kapacitiv indkobling stiger ved høj frekvens og høj impedans.

Artiklen har været i *Elektronik & Data*, november 2020