

EMC

Laboration 3

Passiva komponenter

Biomedicinsk teknik
LTH



Laboration 3: passiva komponenter

Laborationen behandlar passiva komponenters frekvensgenskaper. Mätningarna utförs med hjälp av en spektrumanalysator med trackinggenerator, samt en impedansanalysator.

Ni får nedan en obligatorisk förberedelseuppgift och ett antal uppgifter/mätuppgifter att lösa och dessa ska redovisas skriftligt i en laborationsredogörelse för att erhålla godkänt på laborationen.

Läsanvisningar

Williams, "EMC for product designers" s. 357-366.

Förberedelseuppgift

Rita ekvivalenta scheman enligt boken/föreläsningen för motstånd, kondensatorer och spolar. Se till att du har klart för dig tolkningen av de ingående komponenterna i dessa modeller.

Laborationsrapport

I rapporten redovisas både svaren på förberedelseuppgifterna och resultat, samt slutsatser av mätningarna (metoddel eller materielförteckning behövs ej). Rapporten skrivs gruppvis och ska vara på ca 2-4 sidor, plus försättsblad (där era namn, laborationens namn samt handledarens namn ska framgå). Akademisk noggrannhet vad gäller referenshantering förutsätts.

Att ta med till laborationen

En i gruppen bör ta med sig ett USB-minne för att spara mätvärden till laborationsredogörelsen (datorn på laborationen saknar internetanslutning).

Materielförteckning

Siglent SSA 3021X spektrumanalysator med inbyggd trackinggenerator 9 kHz – 2,1 GHz.

HP 4194A impedansanalysator med datorstyrning (LabView)

Ferriter

- FB-43-101
- FB-61-101
- FB-75-101

EMI-filter

- Murata 222 (2,2nF)
- T-filter med diskreta komponenter

Spolar

- 15 μ H
- 47 μ H
- 220 μ H

Kondensatorer

- 4,7 nF polyester (mylar)
- 4,7 nF keramisk
- 4,7 nF glimmerkondensator
- 47 nF polyester (mylar)

Resistorer

- 3,3 Ω
- 100 Ω
- 10 k Ω

Del 1: passiva komponenters frekvenssegenskaper

Tänk på!

Ladda ur dig mot jord i början av laborationen innan du tar i spektrumanalysatorns signalingång.

Siglent SSA 3021X

När du har startat spektrumanalysatorn så ställ in ett mätområde på upp till 1 GHz och gör mätningarna enligt nedan. Beroende på resultaten och komponenternas (mätobjektens) specifikationer är det därefter lämpligt att välja mindre frekvensområden att studera. Trackinggeneratorn aktiveras under knappen "TG".

1. Studera dämpningen som en ferritpärla ger då den träs över en ledning. Det finns tre olika ferritmaterial att välja mellan. I vilka frekvensområden ger de dämpning? Varför? Vad händer om fler pärlor läggs till? Ser du något samband mellan ferritmaterialets relativa permeabilitet (se datablad) och vilka frekvenser som det dämpar?
2. Studera dämpningen hos ett EMI-filter av typ Murata 2,2 nF¹. Jämför med ett liknande filter uppbyggt med diskreta komponenter om 2,2 nF och 2 x 470 nH.
3. Prova att koppla upp ett eget filter på prototyp-plattan och undersök filtrets egenskaper. Reflektera över vilka frekvenser som påverkas och vilket frekvensområde som är lämpligt att mäta inom. Stämmer filtrets faktiska frekvensgång med den teoretiska, om inte varför?
Tips: pröva gärna filtersimulatorn på <http://sim.okawa-denshi.jp/en/Fkeisan.htm> (eller någon motsvarande)

¹ Filtret är märkt "222" vilket ska uttydas som "22" följt av två nollor, dvs. 2200 pF.

Del 2: impedansanalys av R, L och C

Tänk på!

Ladda ur dig mot jord i början av laborationen innan du tar i spektrumanalysatorns signalingång eller i antennen.

HP impedansanalysator med datorstyrning

Komponenterna som du ska undersöka sätter du fast i klämman på impedansanalysatorns mätfixtur. När du startat mätningen gör impedansanalysatorn en fyrtrådsmätning där den sänder en ström genom komponenten och samtidigt mäter spänningen och fasskillnaden mellan strömmen och spänningen.

Labview-programmet i datorn styr impedansanalysatorn och hämtar in mätvärdena som presenteras som mätkurvor på datorn. Du startar mätningen genom att klicka på ikonen som har en pil åt höger. Mätvärdena sparas sedan som Matlab-filer. Notera att varje mätning genererar tre olika filer som måste sparas med olika namn. När programmet startat en mätning låses knappsatsen på impedansanalysatorn. För att återaktivera knappsatsen trycker du på knappen LCL ("local") på impedansanalysatorn.

4. Mät frekvensegenskaper hos metallfilmmotstånd med värdena 3,3 Ω , 100 Ω samt 10 k Ω .

Vilka egenskaper har motstånden vid högre frekvenser? Hur mycket ändras respektive impedans procentuellt? Varför ändras impedanserna?

5. Mät frekvensegenskaper hos en 4,7 nF respektive 47 nF polyester (mylar) kondensator. Vad blir resonansfrekvenserna och impedanserna vid dessa? Jämför med en 4,7 nF keramisk kondensator samt en 4,7 nF glimmerkondensator. Jämför förlustfaktorn D ($D=ESR/X_c$) vid 1 MHz, 5 MHz och 10 MHz för 4,7 nF kondensatorerna². Slutsats? Vilken av kondensatorerna är "bäst"?

6. Studera frekvensegenskaperna för en 15 μ H, en 47 μ H och en 220 μ H-spole (denna är till utseende lätt att förväxla med en resistor). Vad blir resonansfrekvenserna och impedanserna vid dessa? Hur beräknas resonansfrekvensen för en LC-krets? Verkar förhållandet mellan resonansfrekvenserna stämma?

Senast reviderad: 2013-11/JN, 2013-12-02/JG, 2014-11-30/JG, 2015-12-08/JG, 2016-11-28/JG

² D-värde heter *Dissipation factor* på engelska, därav D:et. D-värdet är inversen av Q, dvs. $D=1/Q$. ESR = Ekvivalenta serieresistansen