

# Föreläsning 4

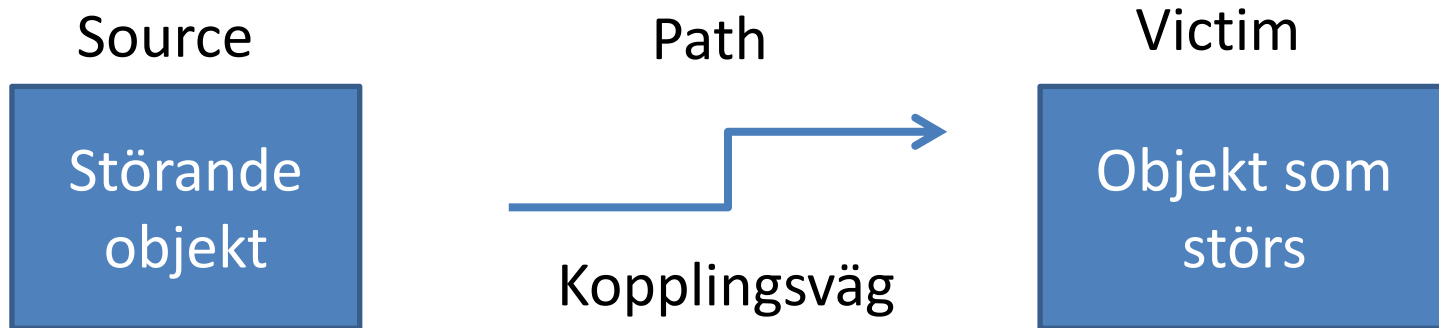
## IE1332 Utveckling av elektronikprodukter

- Störkälla, störoffer, kopplingsvägar
- RF mätteknik, spektrumanalysator, nätverksanalysator
- Emissionstest, immunitetstest, ESD-test
- Transducers, antenner, LISN
- Förtest, diagnostiska tester

# Först lite kursinfo

- PCB, underlagen skall vara klara
- Litteraturuppgift. Välj ämne! Söktips.
- Det finns inläsnings frågor till boken. Jag kommer att skriva mer detaljerade läsanvisningar till boken. Uppdateras på kurswebben KTH Social
- Påminner om seminarieuppgift nästa vecka. Obs! Måste göra schemaändring. Diskutera lämpliga datum.
- Tentamen
  - Del A utan lärobok – grundläggande begrepp
  - Del B med lärobok – mer komplexa frågeställningar

# Kopplingsvägar



## **Kopplingsvägar**

Elektromagnetiskt fält (RF – Radio Frequency)

Elektriskt fält (kapacitiv koppling)

Magnetiskt fält (induktiv koppling)

Ledningsbundet

# Direktiv och standards

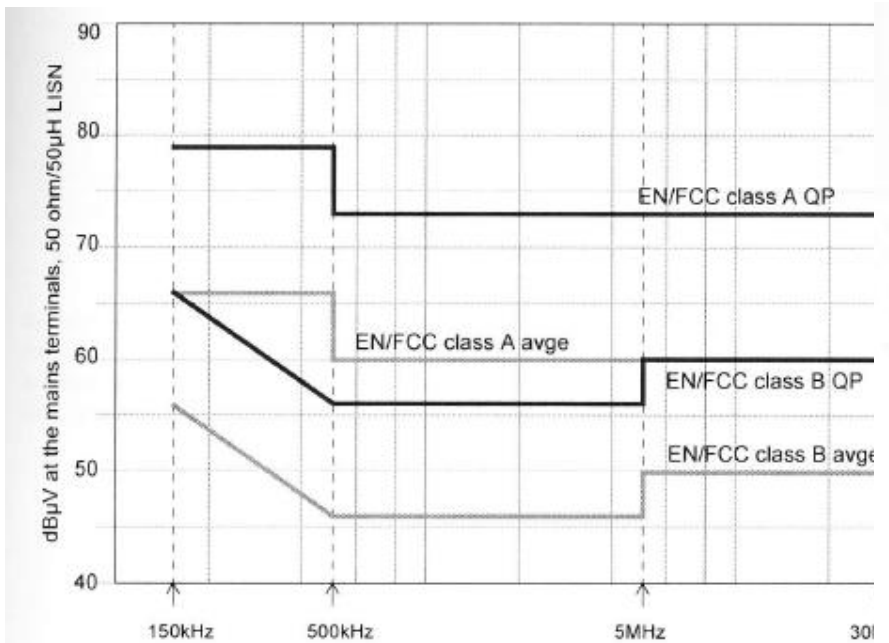
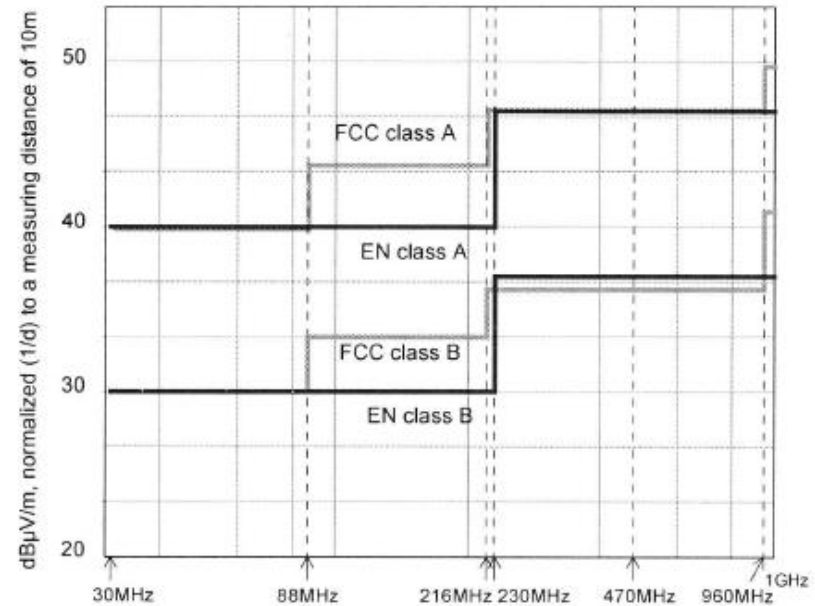


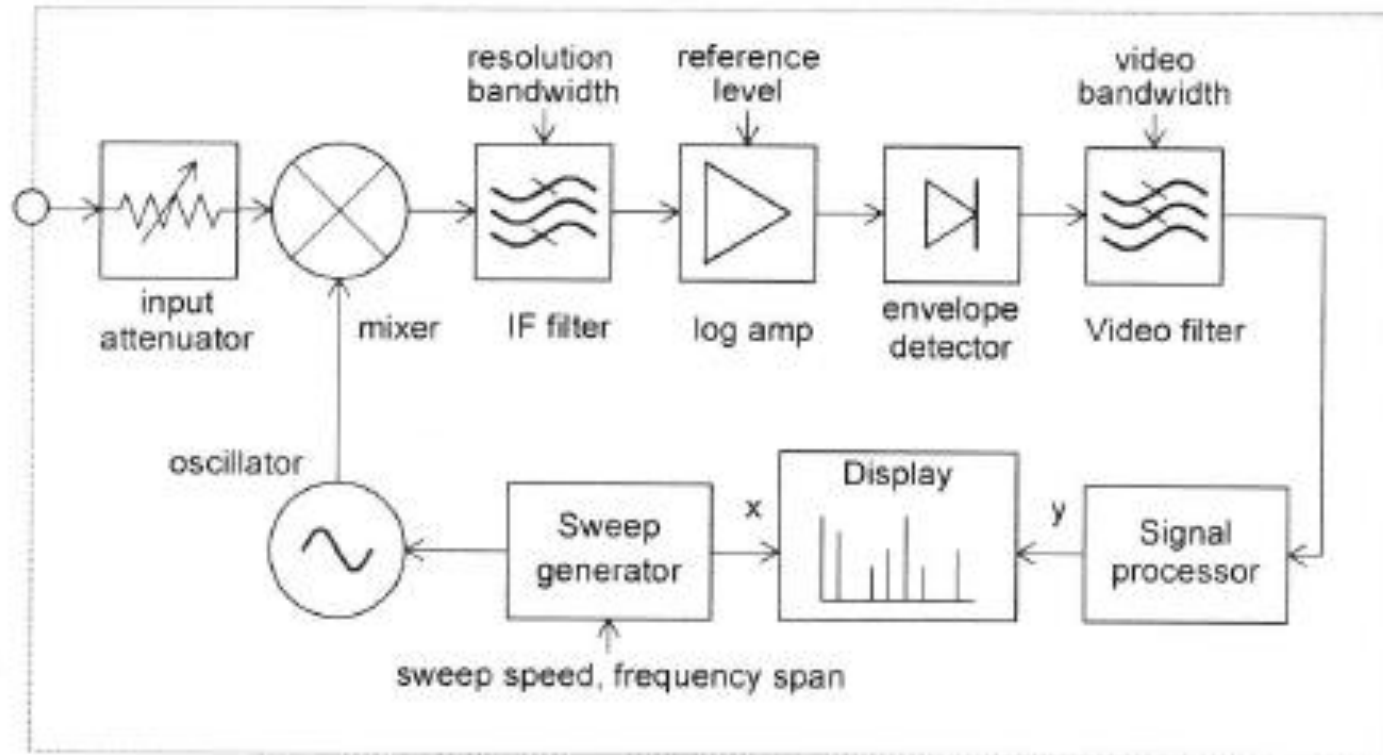
Figure 4.4 Conducted emission limits  
(QP = quasi-peak, avge = average)



For measurements above 1GHz see Table 4.4

Figure 4.5 Radiated emission limits

# Spektrumanalysator



a) spectrum analyser

# Detektor

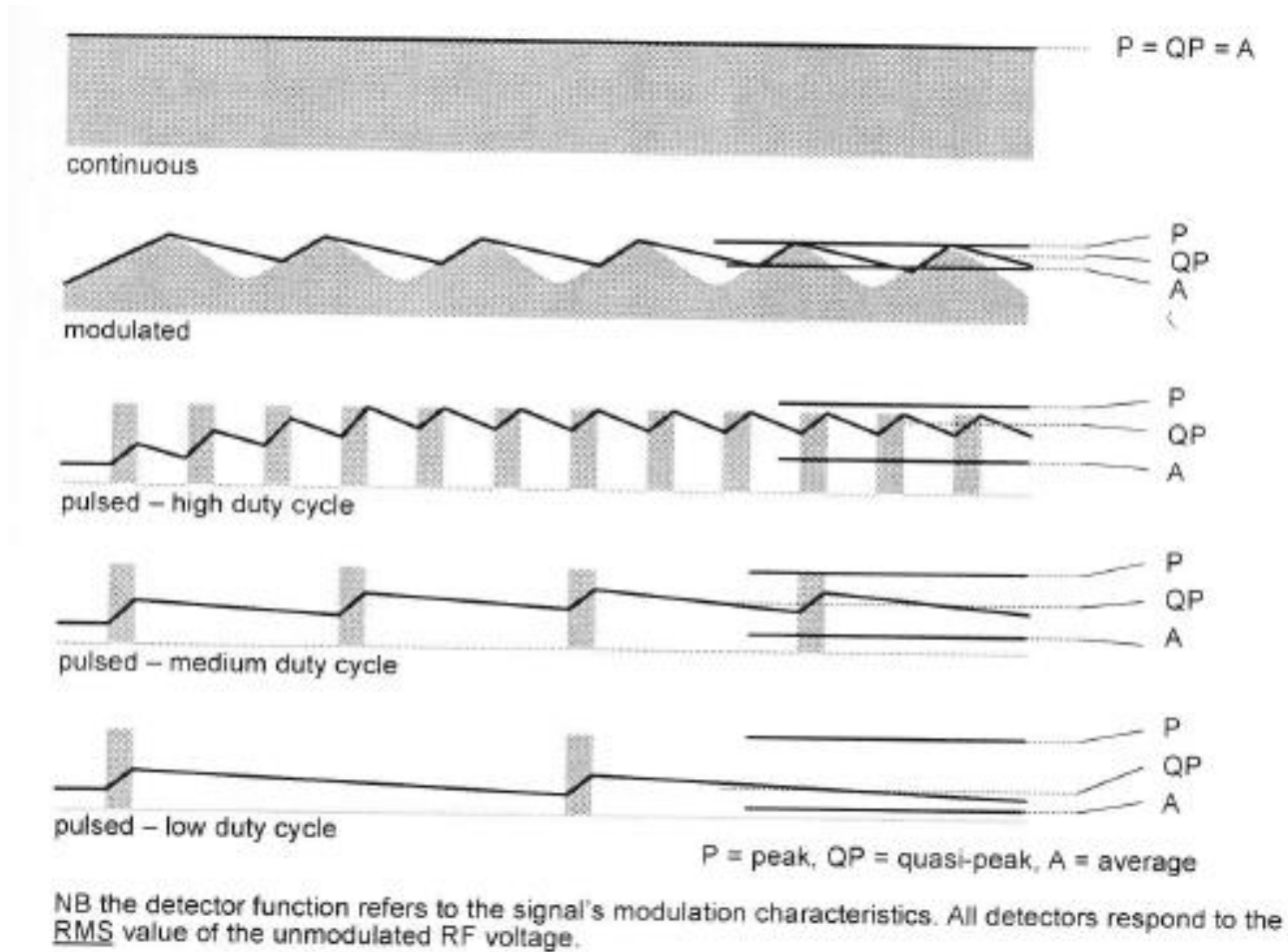
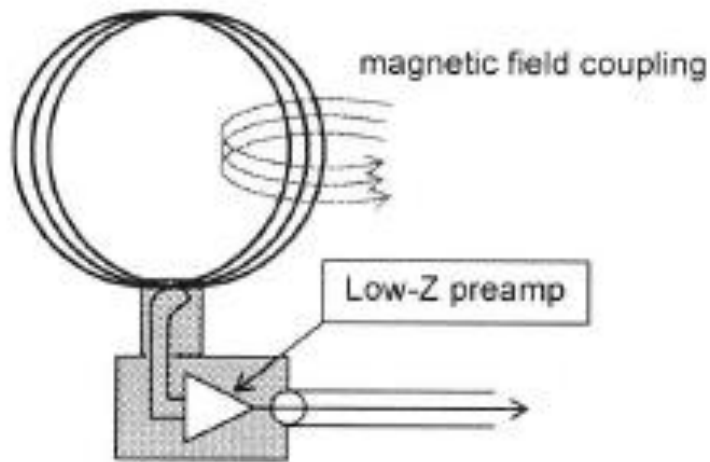


Figure 6.2 Indicated level versus modulation waveform for different detectors.

# Antenner

a) the loop



b) the monopole

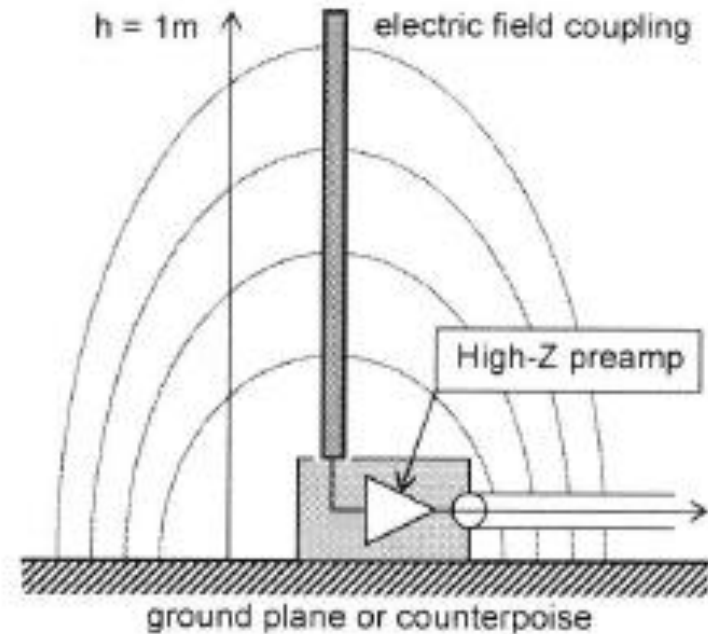


Figure 6.8 Low frequency antennas

# Transducers - antenner



Figure 6.4 The BiLog (courtesy Schaffner)

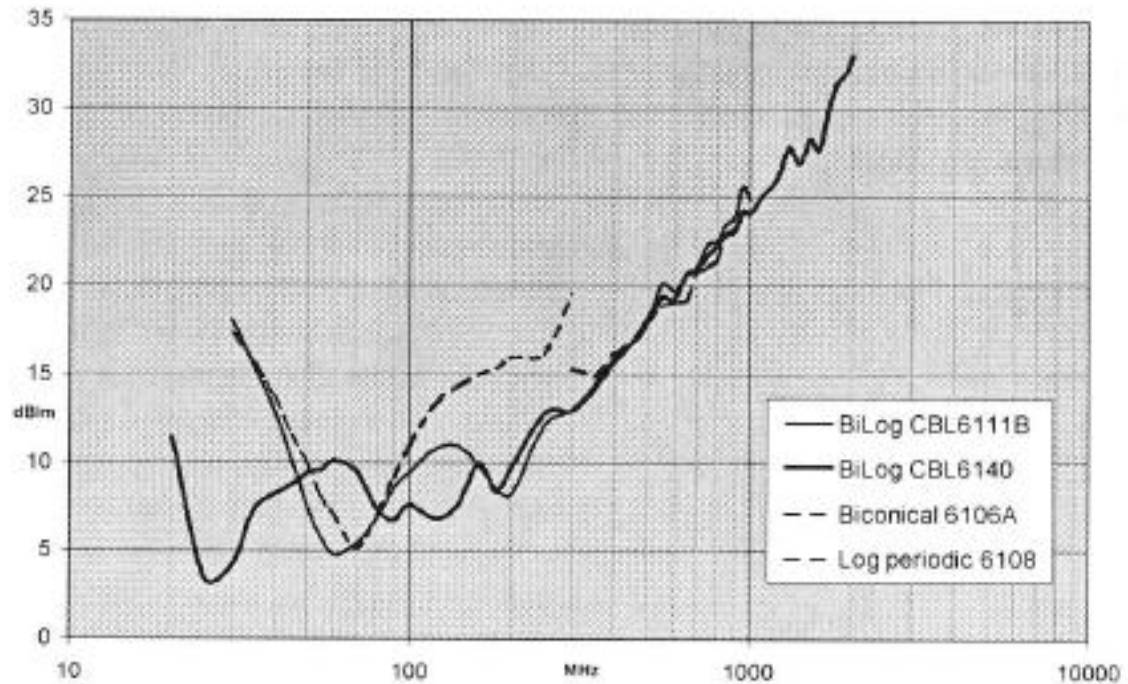
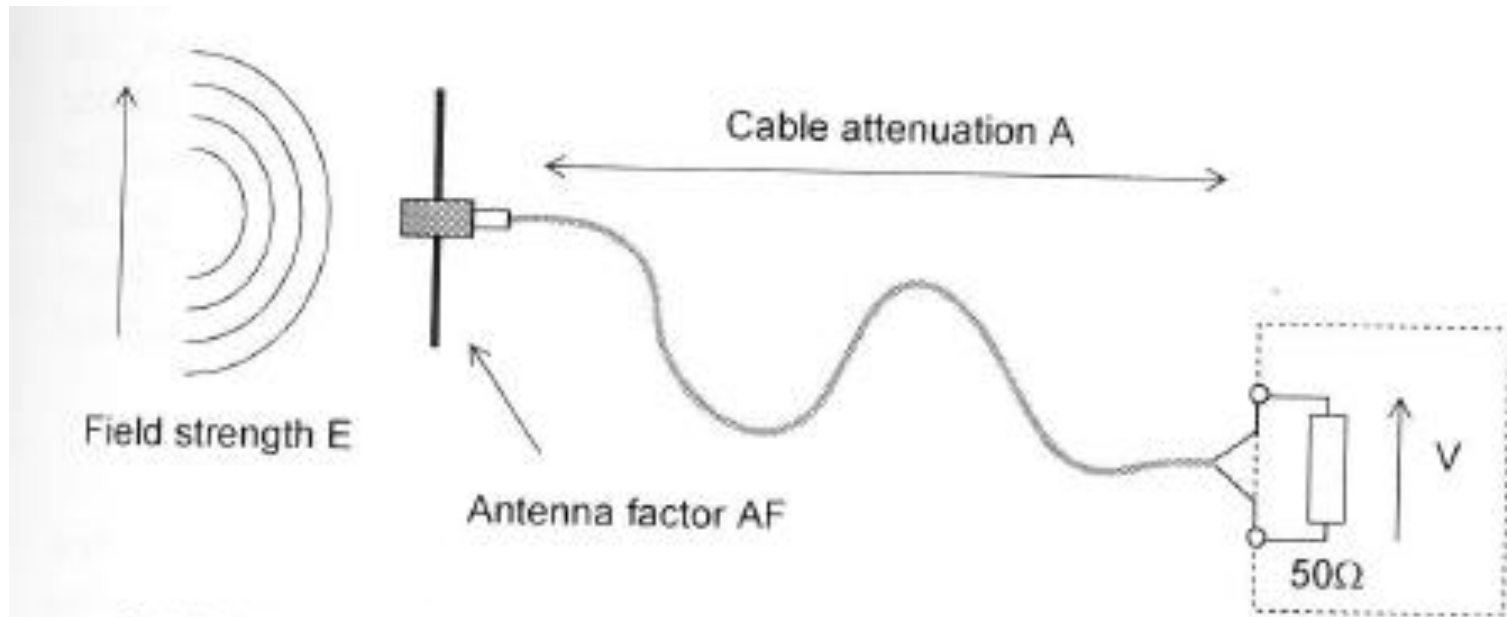


Figure 6.5 Typical antenna factors (courtesy Schaffner)



# Transducers - antenner



$$E \text{ (dB}_{\mu}\text{V/m)} = V \text{ (dB}_{\mu}\text{V)} + AF \text{ (dB/m)} + A \text{ (dB)}$$

**Figure 6.6** Converting field strength to measured voltage

# Mätsystemets känslighet

Känsligheten, dvs lägsta signal som kan detekteras, begränsas av bruset (brusgolv)

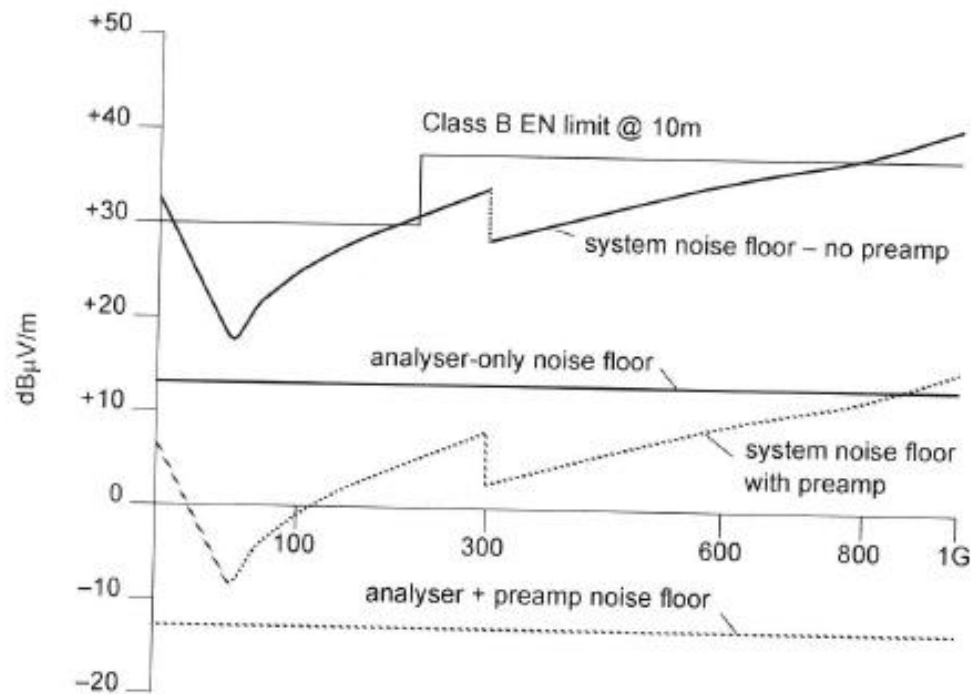


Figure 6.7 System sensitivity

# LISN – Line Impedance Stabilizing Network

- Väldefinierad impedans för RF mot elnätet
- Koppla mätsignal till instrument
- Isolera mätobjektet mot interfererande signaler på elnätet

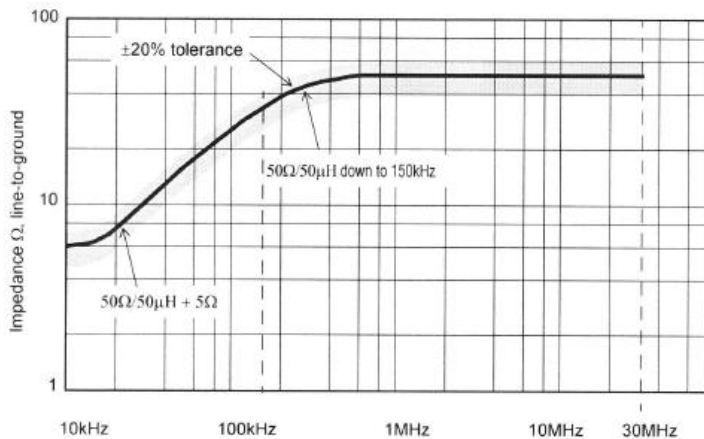


Figure 6.9 LISN impedance versus frequency

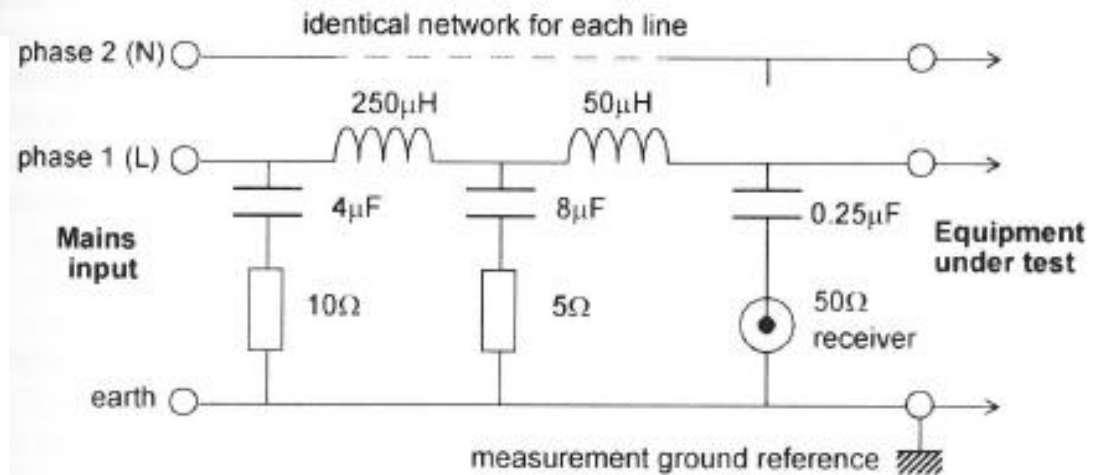
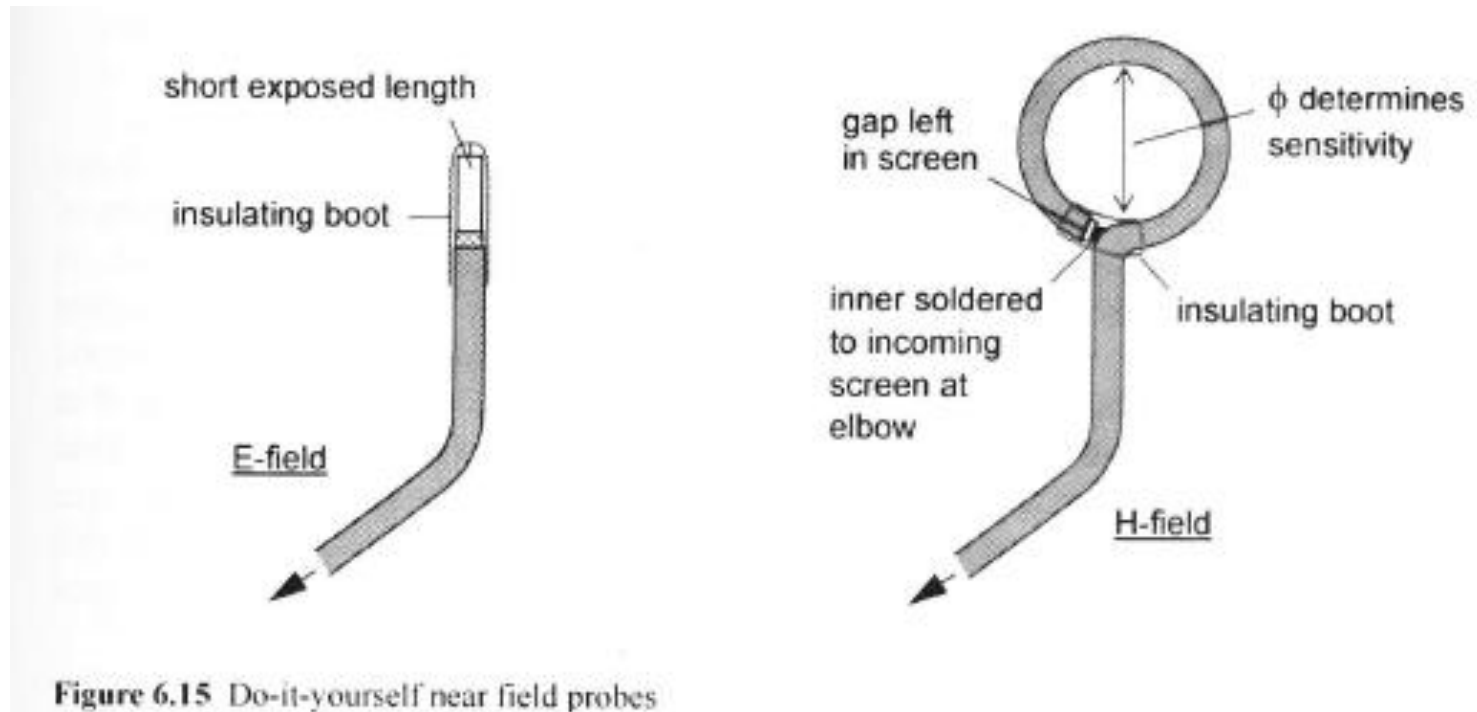


Figure 6.10 LISN circuit per line

# Närfältsprober



# Test för ledningsbunden emission

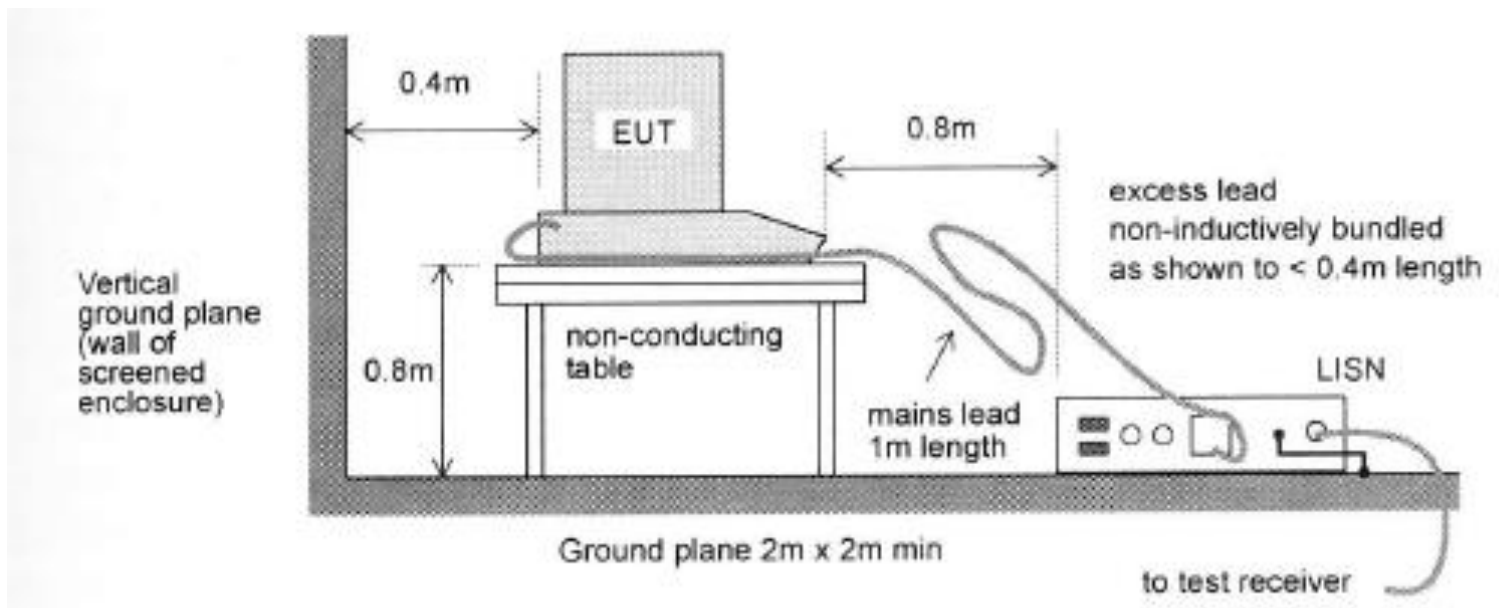


Figure 6.19 Layout for conducted emission tests

# Test för utstrålad emission

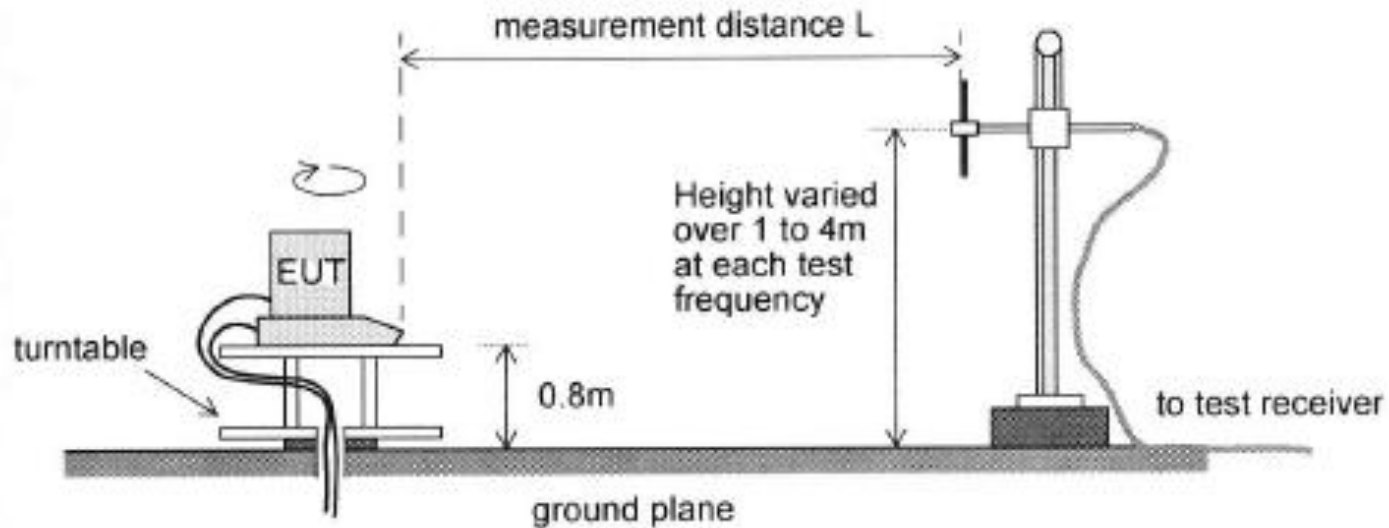


Figure 6.20 Layout for radiated emission tests

# Test av immunitet

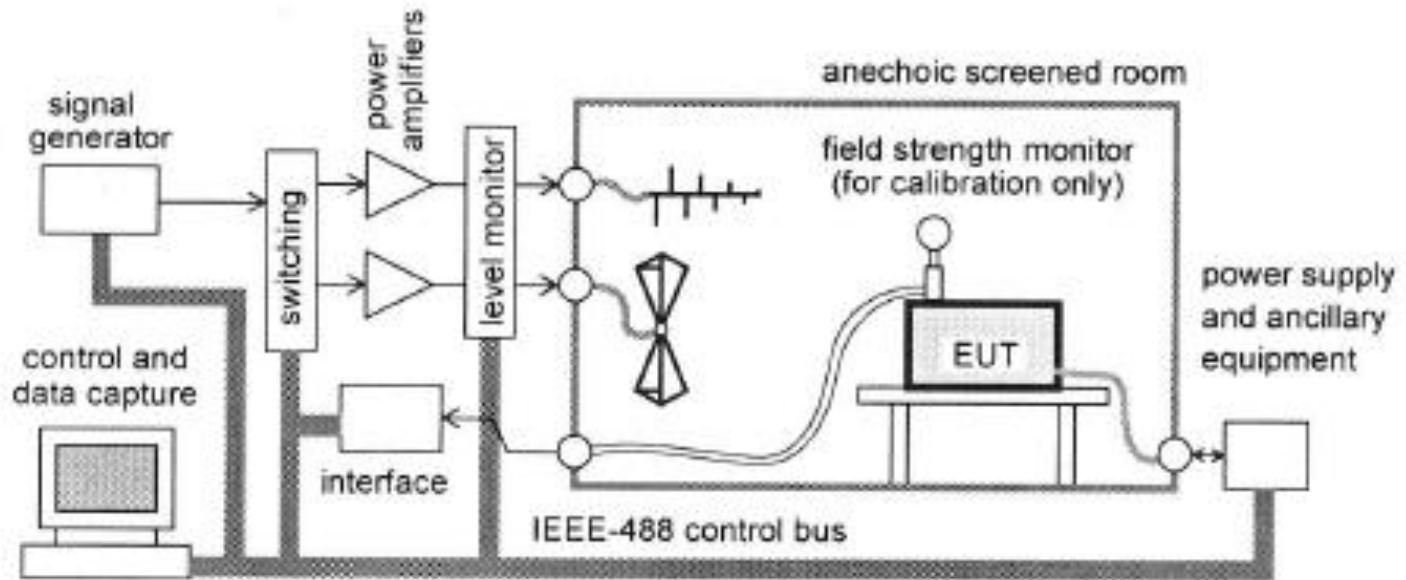


Figure 7.1 RF immunity test system

# Förtest – precompliance test

- Förenklad mätplats, uppfyller inte standard men finns på plats i konstruktionslokalerna
- Diagnostiskt ändamål för att undvika överraskningar i sluttest
- Jämförande test, bättre eller sämre



# Stripline för att alstra störande EM-fält

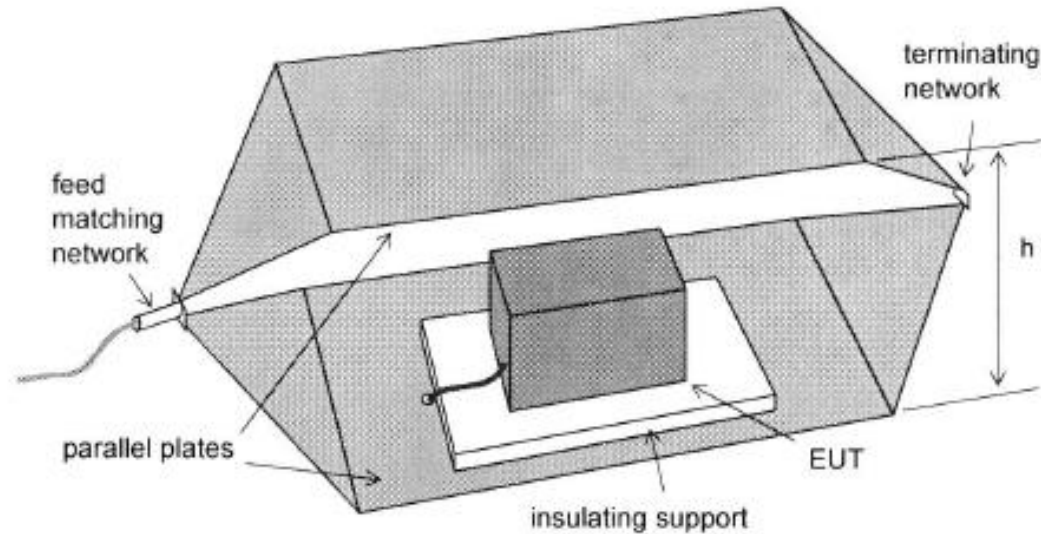


Figure 7.5 The stripline

Alternativ: TEM cell

# Skärmat rum med dämpmaterial

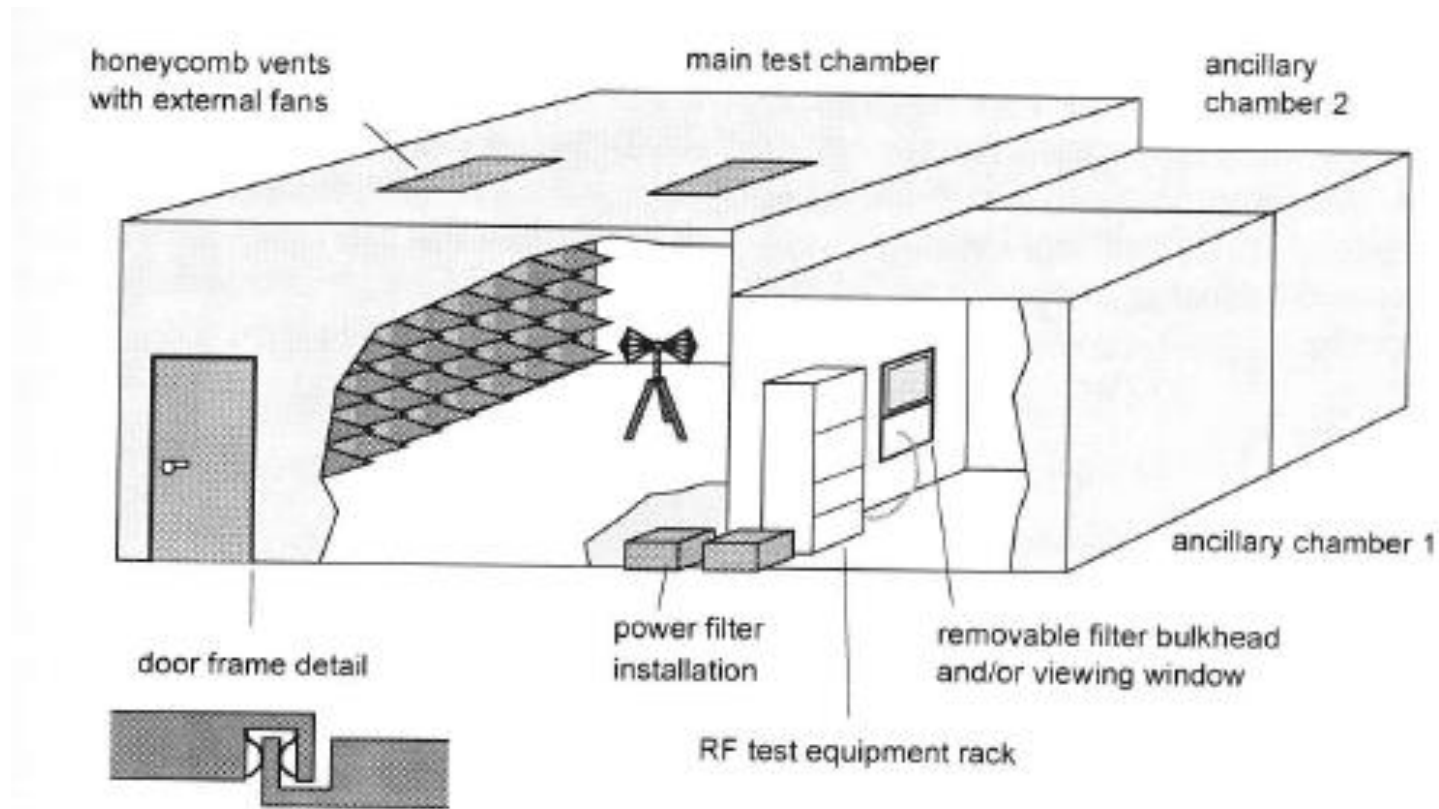


Figure 7.7 Typical screened room installation

# Immunitetstest ledningsbunden störning

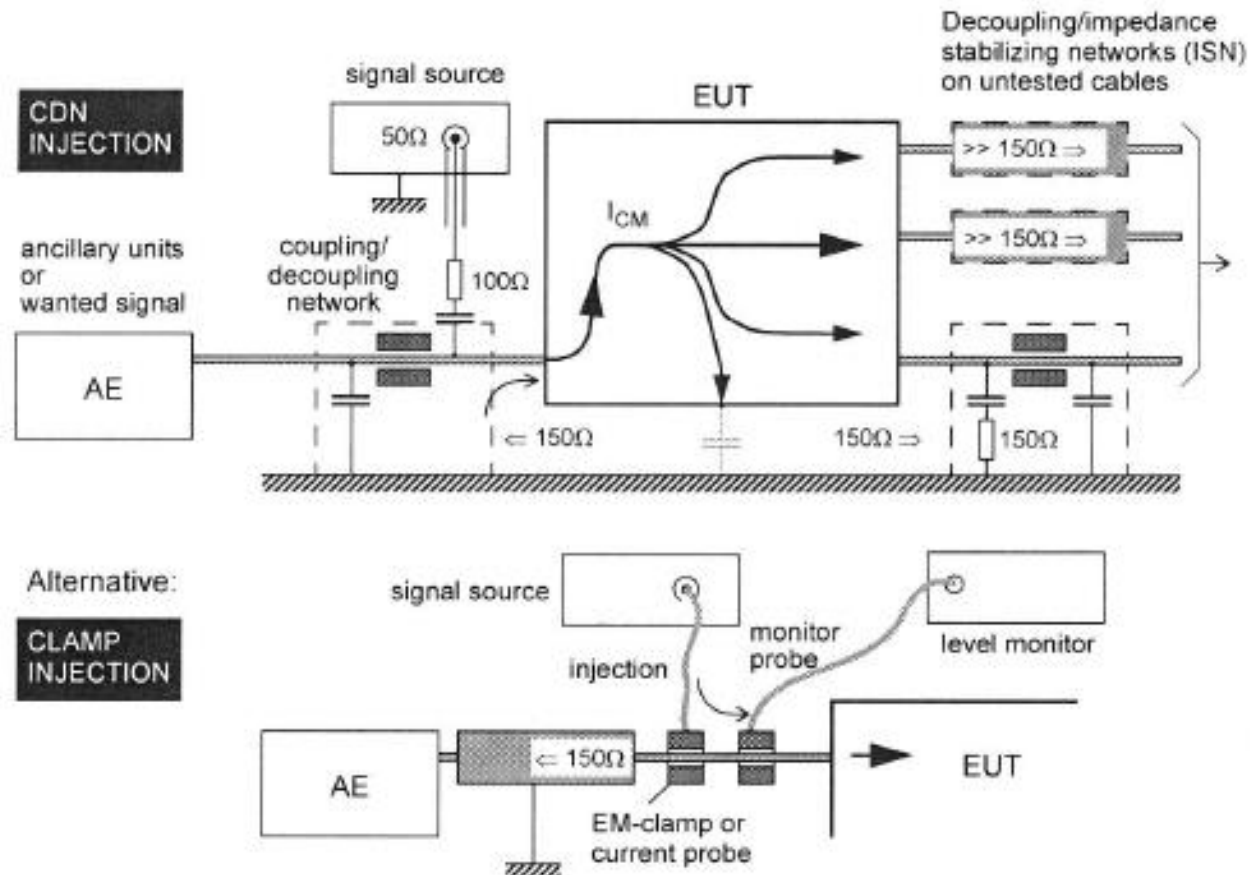


Figure 7.10 Conducted immunity test set-up

# ESD-test

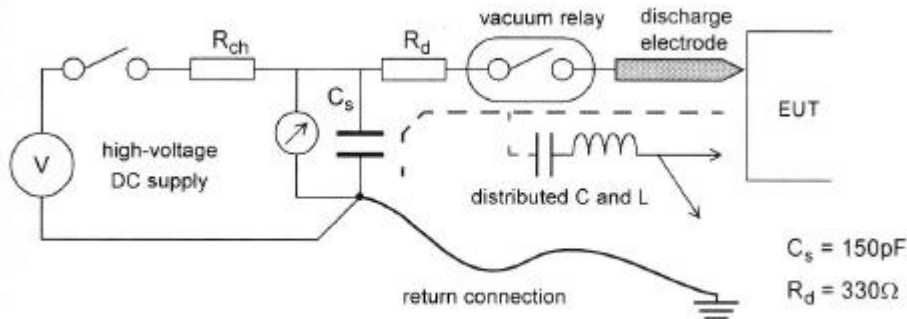


Figure 7.11 ESD generator (according to IEC 61000-4-2)

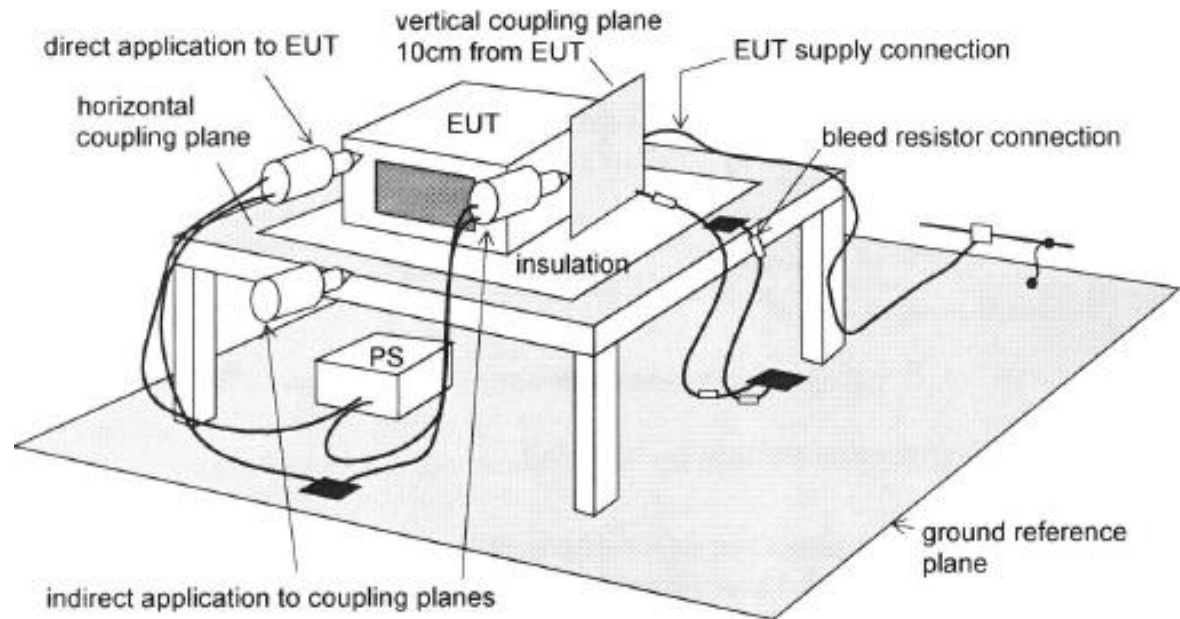


Figure 7.12 ESD test set-up