



## Differentialmåling Skal der måles med differentialprobe?

Selv om man måske ikke tænker over det, så måler en person der bruger et oscilloskop altid differentielt. Pr. definition er den spænding der måles differensen af et elektrisk potentiale mellem to punkter. Definitionen af spænding forstås nemt af en person der måler med et simpelt voltmeter. Her kan der ikke måles nogen spænding hvis kun den ene ledning er tilsluttet.

### Måling med "ground reference."

Det ene potentialepunkt er her kredsløbets "jord" eller "ground," og formodes at være nul volt. Hvis vi f.eks. ønsker at måle kurveformen med et oscilloskop mellem punkt A og B i det viste kredsløb (fig.1), så ser det tilsyneladende ud til at være et simpelt kredsløb. Ækvivalent kredsløbet (fig.2) viser at det ikke er så simpelt endda når oscilloskopproben og jordforbindelsen mellem oscilloskop og kredsløbet medtages. Zkredsløb er resistansen af emitter resistansen  $R1$  parallelt med transistorens emitterimpedans. Ideel jord er 0V referencepunktet. ZscopeGND er impedansen af nettilslutningens jordledning. Zcommon er impedansen mellem ideel jord og kredsløbets common. Icommon er ground loop strøm som opstår fra andre kilder som f.eks instrumenter der er tilsluttet kredsløbet. Denne strøm resulterer i en spænding  $V_{common}$ . Det oscilloskopet viser på skærmen er spændingskurven som fremkommer ved differencen mellem spændingen ved centerlederen (BNC stik) og BNC konnektorens ground,  $V_{C-G}$ . I de fleste tilfælde er den viste kurveform  $V_{C-G}$  på oscilloskopets skærm rimeligt repræsentativt i forhold til det faktiske signal ved oscilloskopprobens spids,  $V_{A-B}$ . Ved at se nærmere på de forskellige elementer i kredsløbet i fig. 2, så forstår man bedre hvordan og hvorfor  $V_{C-G}$  kan divergere fra  $V_{A-B}$ . Hvis værdien af Icommon, Zcommon og ZscopeGND var nul, så var der ingen grund til at benytte en en groundledning på oscilloskopproben, da der jo så ikke ville være nogen spændingsdifference mellem kredsløbets common og oscilloskopets ground. Der er imidlertid en spændingsforskel, så det er nødvendigt at shunte denne spændingsforskel v.h.a. en probe groundledning. Selvom probens groundledning shunter effekten af Icommon, Zcommon og ZscopeGND, så har probens groundledning i sig selv en resistans og induktans. Denne impedans som her benævnes ZGNDLEAD er afhængig af groundledningens længde. Noget af kredsløbets strøm kan "flyde" ind i groundledningen, og dermed give en spændingskurve som oscilloskopet måler og viser på skærmen. Signalet som går gennem groundledningen giver et spændingsdyk der gør at  $V_{C-G}$  divergerer fra  $V_{A-B}$ . For at illustrere dette forhold, viser fig. 3 et firkant signal målt med et oscilloskop og en standard passiv probe. Den første firkant er foretaget med en adaptor der minimerer længden af groundledningen. Den anden og tredje firkant er foretaget med groundlener med to forskellige længder. I mange tilfælde kan det

accepteres at signalet er forvrænget, men det er vigtigt at forstå og vide at forvrængningen er tilstede. Igen med reference til fig. 2, så vil  $I_{common}$  give anledning til et spændingsfald over  $Z_{common}$  ( $V_{common}$ ). Hvis oscilloskopets probe ikke tilsluttes kredsløbet, så vil  $V_{common}$  være tilstede,  $I_{common}$ , i både punkt A og punkt B. Hvis der måles fra punkt A til ideel jord så vil spændingen her være  $V_{A-B} + V_{common}$ . Spændingen i punkt B i forhold til ideel jord vil være  $V_{common}$ . Ved at tilslutte oscilloskopets probeground kan vi reducere  $V_{common}$ , men den kan ikke helt elimineres p.g.a.  $Z_{GNDLEAD}$ .

$Z_{GNDLEAD}$ ,  $Z_{common}$  og  $Z_{scopeGND}$  giver en loop hvori  $I_{common}$  løber. Spændingen forårsaget af  $I_{common}$  vil yderligere forvrænge kurveformen  $V_{C-G}$ .

## Måling uden jord

Effekten af  $I_{common}$  kan reduceres ved at undlade at tilslutte jord til oscilloskopet. Afhængig af størrelsen på  $V_{common}$  kan det være **yderst farligt**, og kan under ingen omstændigheder anbefales.

## Differential spændingsmåling.

Man kan drastisk reducere effekten af spændingsforvrængning ved at benytte en differentialprobe. Fig. 4 viser det ækvivalente kredsløb hvor der nu er tilsluttet en differentialprobe. Proben måler differencen mellem punkt A og punkt B, og eliminerer alle spændinger der har samme værdi,  $I_{common}$ , ved punkt A og punkt B. Differentialproben giver altså differencen mellem punkt A og punkt B som er:  $(V_{A-B} + V_{common}) - (V_{common}) = V_{A-B}$ . Det vil sige at nu er spændingen  $V_{C-G} = V_{A-B}$ . Loop effekten af  $I_{common}$  er reduceret væsentligt p.g.a. differensprobens meget store impedans der forhindrer  $V_{common}$  i at generere en strøm ind i oscilloskopets ground. Da probens ground ikke er tilsluttet punkt B, så er effekten af  $Z_{GNDLEAD}$  elimineret. Med differentialproben er signalet  $V_{C-G}$  meget mere repræsentativ for den aktuelle kurve  $V_{A-B}$ . Ved måling på stærkstrøm hvor der kan forekomme meget høje spændinger på ground, er det meget nødvendigt at benytte differentialprober. LeCroy tilbyder differentialprober til stærkstrøm som er meget prisgunstige. Desuden tilbyder LeCroy også differentialprober til udviklingsingeniøren hvor den øvre båndbredde er op til 18GHz.

Yderligere oplysninger på oscilloskoper og prober fås hos

**Metronic Aps**

**43 96 30 10**

**[www.metronic.dk](http://www.metronic.dk)**

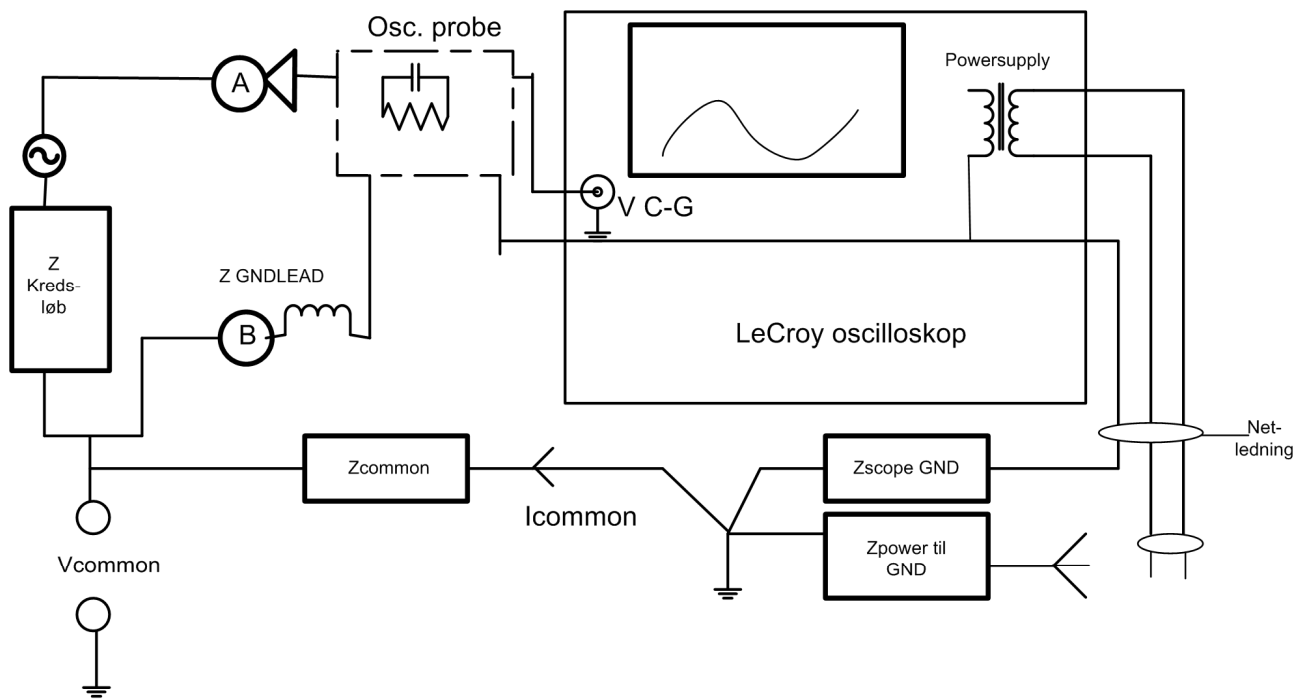
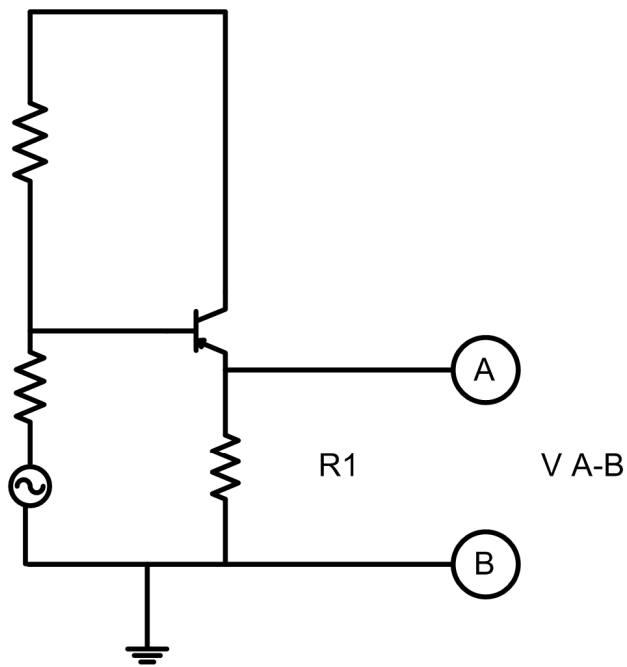


Fig.2

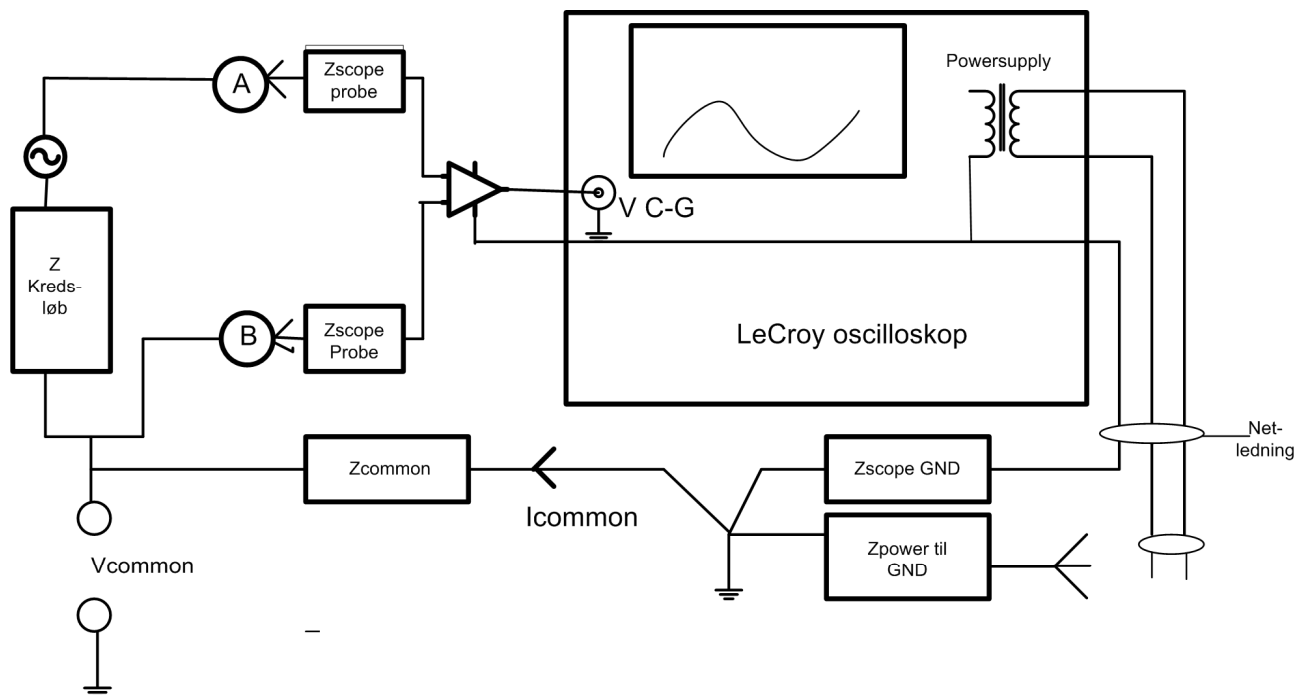
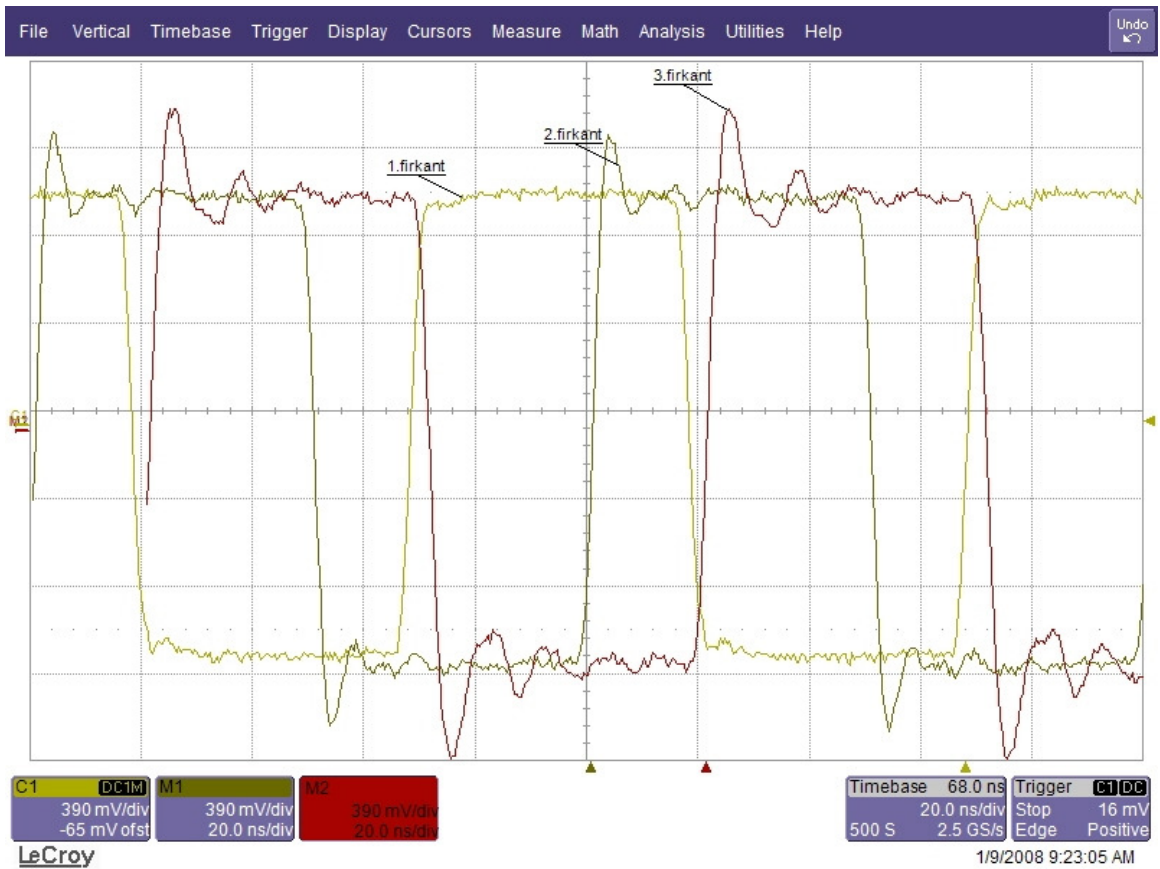


Fig 4