

# L - C meter .

<http://www.aade.com/lcmeter.htm>

## Instrumentets Data.

Måleområder:

- 0.001  $\mu$ H to 100 mH
- 0.010 pF to 1  $\mu$ F

Med typisk 1% nøjagtighed.

from 0.1uH to 100mH og 2.7pf til 1,6uF.

De små værdier er ikke helt nøjagtige men fra 0,01 uH og 0,1pF måles med 15 % nøjagtighed. Normal vil man heller ikke finde så små komponentværdier. (0,01 uH svarer til et stykke tråd på 20- 25 mm, som enderne på en komponent.)

Instrumentet er selv kalibrerende, og målingerne udlæses på et 16 karakter LCD display med 4 cifre.

Instrumentet er beregnet til at måle spoler og kondensatorer der ikke er monteret i et kredsløb. Spolerne skal have et fornuftigt Q og en meget lille egenkapacitet i forhold til deres værdi. Man kan ikke måle Nettransformatorer og lignende, idet minimum testfrekvensen er 20 kHz.

### **Tabellen viser hvordan målingerne præsenteres på displayet.**

\* betyder at en værdi er udenfor måleområdet.

Induktion målt i stilling MICRO	Kapacitet målt i stilling NANO	Kapacitet målt i stilling MICRO
0.000 - 0.999 uH	0.000 - 0.99 pF	0.000 - 0.990 pF
1.000 - 9.999 uH	1.000 - 9.99 pF	1.000 - 9.990 pF
10.00 - 99.99 uH	10.00 - 99.99 pF	10.00 - 99.99 pF
100.0 - 999.9 uH	100.0 - 999.9 pF	100.0 - 999.9 pF
1.000 - 1.999 mH	1.000 - 9.999 nF	1000 - 9999 pF
10.00 - 99.99 mH	10.00 - 99.99 nF	0.010 - 0.099 uF
100.0 - 999.9 mH *	100.0 - 999.9 nF	0.100 - 0.999 uF
	1.000 - 9.999 uF *	1.000 - 9.999 uF *

Instrumentet kan strappes til at starte op i NANO området, hvis dette ønskes.

## Brugsanvisning.

Bemærk de benyttede bogstavsymboler og deres betydning!

Cs- instrumentets indre kapacitet

Cz- målt komponentværdi 1

Cx - målt komponentværdi 2

Ls- instrumentets indre induktivitet

Lz- målt komponentværdi 1

Lx - målt komponentværdi 2

## Når omskifteren står i stilling "0", stepes igennem 5 menupunkter med ZERO tasten :

### **READY MEASURE $\mu$**

**Måling af kondensatorer** sker ved at sætte **omskifteren i position Cx**.

På grund af instrumentets interne strøkapacitet (Cs), vil displayet vise  $C_x =$  imellem 5 og 7 pF.

**For at nulstille (Cs)** aktiveres ZERO tasten indtil displayet viser  $C_x=0.00$  pF

**uden at kortslutte testbøsningerne.**

Herefter kan der så måles på kondensatorer, ved at placere disse tværs over målebøsningerne.

Eksempel på udlæsning:  $C_x = 100$  pF.

Indsættes fejlagtigt en spole, viser displayet "NOT A CAPACITOR".

**Måling af spoler** sker ved at sætte **omskifteren i position Lx**.

På grund af instrumentets interne induktivitet (Ls), vil displayet vise  $L_x=$  imellem 0,04 og 0,09  $\mu$ Hy.

**For at nulstille (Ls)** aktiveres ZERO tasten indtil displayet viser  $L_x=0.000$   $\mu$ Hy

**med kortsluttede testbøsninger.**

Herefter kan der så måles på spolen, ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Eksempel på udlæsning:  $L_x = 100$   $\mu$ Hy

Indsættes fejlagtigt en kondensator viser displayet "NOT A INDUCTOR".

---

### **READY MATCH n MODE**

Målingen bruges til at sammenligne 2 kondensatorværdier eller 2 spoleværdier.

**Sammenligning af kondensatorer** sker ved at sætte **omskifteren i position Cx**.

Først måles på kondensator 1, Cz, (eks. 100 pF) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Herefter aktiveres ZERO omskifteren, og kondensatorværdien gemmes i PIC'ens hukommelse.

Udlæsning:  $C_z = 100$  pF.

Herefter måles kondensator 2, Cx, (eks. 110 pF) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Displayet viser nu forskellen imellem de 2 kondensatorer:

$C_x - C_z = 10$  pF.

Et minustegn foran den udlæste værdi af Cx, betyder at den er mindre som Cz !

Indsættes fejlagtigt en spole, viser displayet "NOT A CAPACITOR".

**Sammenligning af spoler** sker ved at sætte **omskifteren i position Lx**.

Først måles på spole 1, Lz, (eks. 100  $\mu$ Hy) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Herefter aktiveres ZERO omskifteren, og spoleværdien gemmes i PIC'ens hukommelse.

Udlæsning:  $L_z = 100$   $\mu$ Hy

Herefter måles spole 2, Lx, (eks. 200  $\mu$ Hy) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Displayet viser nu forskellen imellem de 2 spoler:

$L_x - L_z = 100$   $\mu$ Hy

Et minustegn foran den udlæste værdi af Lx, betyder at den er mindre som Lz !

Indsættes fejlagtigt en kondensator viser displayet "NOT A INDUCTOR".

## **RADY MATCH $\mu$ MODE**

Samme fremgangsmåde som beskrevet under

READY MATCH n MODE

bortset fra at måleresultaterne nu vises i  $\mu$ H eller  $\mu$ F

---

## **READY MATCH % MODE**

Målingen bruges til procentvis sammenligning af 2 kondensatorværdier eller 2 spoleværdier.

**Sammenligning af kondensatorer** sker ved at sætte omskifteren i position Cx.

Først måles på kondensator 1, Cz, (eks. 100 pF) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Herefter aktiveres ZERO omskifteren, og kondensatorværdien gemmes i PIC'ens hukommelse.

Udlæsning: Cz = 100 pF.

Herefter måles kondensator 2, Cx, (eks. 200 pF) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Displayet viser nu den procentvise forskel imellem de 2 kondensatorer:

Cx % Cz = 100 %.

Indsættes fejlagtigt en spole viser displayet "NOT A CAPACITOR".

**Sammenligning af spoler** sker ved at sætte omskifteren i position Lx.

Først måles på spole 1, Lz, (eks. 100  $\mu$ Hy) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Herefter aktiveres ZERO omskifteren, og kondensatorværdien gemmes i PIC'ens hukommelse.

Udlæsning: Lz = 100  $\mu$ Hy

Herefter måles spole 2, Lx, (eks. 200  $\mu$ Hy) ved at placere denne tværs over målebøsningerne.

Displayet viser nu den procentvise forskel imellem de 2 spoler:

Lx % Lz = 100 %.

Indsættes fejlagtigt en kondensator viser displayet "NOT A INDUCTOR".

---

## **READY MEASURE n**

Samme fremgangsmåde som beskrevet under READY MEASURE  $\mu$ ,

Bortset fra at måleresultaterne nu vises i nH eller nF

---

### **Brugerinformationer:**

#### **Uønsket strøkapacitet og strøinduktivitet.**

Der er altid lidt strøkapacitet(Cs) og strøinduktivitet (Ls) i printbaner, omskifttere og testledninger.

Disse strøværdier vil normalt blive lagt til de målte Lx og Cx. Værdier !

Dette undgås ved at nulstille med ZERO tasten, idet strøværdierne så fratrækkes de målte værdier.

**Skal der måles spoler større som 5 uH eller kapaciteter over 50 pF er det ikke nødvendigt at**

nulstille først, idet strø-kapaciteter og strø- induktiviteter så er uden betydning.

**Tænd instrumentet 5 minutter før måling af små værdier.**

Den første udlæsning efter aktivering af omskifteren vil være den mest nøjagtige.

**Brugerens kropskapacitet kan påvirker målingen**

ved små kapacitetsværdier.

**Når man måler på forskellige komponenter, er det ikke nødvendigt at aktivere ZERO tasten imellem målingerne.**

**Skifter man målefunktion fra MEASURE to MATCH nulstilles Ls og Cs. Automatisk.**

---

## Hvordan måler og regner PIC processoren!

Når der sættes spænding på viser displayet WAIT og derefter CALIBRATING .  
Under CALIBRATING foretager instrumentet en Selvkalibrering.

PIC'en måler og udregner først resonansfrekvensen af parallelkredsen L1 68uH og C1 680 pF

$$F1 = \frac{25330}{68 \text{ uH} \times 680 \text{ pf}} = \sqrt{0,548} = 0,74 \text{ MHz} = 740 \text{ kHz.}$$

Frekvensnøjagtigheden i dette kredsløb er ikke kritisk.

**Instrumentets nøjagtighed afhænger nemlig kun af C2a og C2b**, som har 5% tolerance .  
Disse kondensatorer indkobles over svingningskredsen med relæet.  
C2a og C2b er tilsammen på ca. 1007 pF.

PIC'en måler og udregner så den nye resonansfrekvens af parallelkredsen L1, C1 og C2

$$F2 = \frac{25330}{68 \text{ uH} \times (680\text{pF} + 1007 \text{ pf})} = \sqrt{0,221} = 0,47 \text{ MHz} = 470 \text{ kHz.}$$

PIC'en ved nu, at den meget nøjagtig kondensator på 1007 pF giver en frekvensændring på 270 kHz fra F1 = 740kHz til F2 = 470 kHz. og **benytter dette som reference i alle målingerne.**

På samme måde som man ud fra **en kondensator- og spoleværdi kan beregne en resonansfrekvens**, kan man også ud fra **en resonansfrekvens beregne de benyttede kondensator- og spoleværdier.**  
Dette benytter PIC'en sig af når den beregner værdien af komponenten der er placeret tværs over målebøsningerne.

$$C1 = \frac{0,47 \text{ Mhz} \times 0,47 \text{ Mhz}}{(0,74\text{Mhz} \times 0,74 \text{ Mhz}) - (0,47\text{Mhz} \times 0,47\text{Mhz})} \times 1007 \text{ pF} = 680 \text{ pF}$$

$$L1 = \frac{1}{(4 \times 3,14 \pi) \times (4 \times 3,14 \pi) \times (0,74\text{Mhz} \times 0,74\text{Mhz}) \times 680 \text{ pF}} = 170 \mu\text{H}$$

Med en kontrolberegning ses at resultatet er korrekt:

$$F2 = \frac{25330}{170\text{uH} \times 680\text{pF}} = \sqrt{0,221} = 0,47 \text{ MHz} = 470 \text{ kHz.}$$

For at undgå forkerte beregninger, måler PIC'en frekvens F1 konstant, når omskifteren står i pos. "0" .

### Måling af spoler .

Sættes omskifteren i pos. Lx og den ukendte spole i målebøsningerne, og dermed i serie med L1, så er den samlede selvinduktion L1 + Lx.

**I eksemplet benyttes 68 uH som Lx.**

Dette ændrer oscillatorfrekvensen til:

$$F2 = \frac{25330}{(68\mu\text{H}+68\mu\text{H}) \times 680\text{pF}} = \sqrt{0,274} = 0,523 \text{ MHz} = 523 \text{ kHz.}$$

Den oprindelige oscillatorfrekvens parallelkredsen L1 68uH og C1 680 pF

$$F1 = \frac{25330}{68 \text{ uH} \times 680 \text{ pf}} = \sqrt{0,548} = 0,74 \text{ MHz} = 740 \text{ kHz.}$$

PIC'en beregner så ud fra resonansfrekvenserne den målte spoleværdi :

$$Lx = \frac{\left[ \frac{0,74 \text{ Mhz} \times 0,74 \text{ Mhz}}{0,523\text{Mhz} \times 0,523 \text{ Mhz}} - 1 \right] \times 68 \text{ uH}}{1} = \mathbf{68 \text{ uH}}$$

---

### Måling af kondensatorer.

Sættes omskifteren i pos. Cx og en ukendt kondensator placeres i målebøsningerne og dermed i parallel med C1, så er den samlede kapacitet C1 + Cx.

**I eksemplet benyttes 680 pF som C1.**

Dette ændrer oscillatorfrekvensen til

$$F2 = \frac{25330}{68\mu\text{H} \times (680\text{pF}+680\text{pF})} = \sqrt{0,273} = 0,523 \text{ MHz} = 523 \text{ kHz.}$$

Den oprindelige oscillatorfrekvens parallelkredsen L1 68uH og C1 680 pF

$$F1 = \frac{25330}{68 \text{ uH} \times 680 \text{ pf}} = \sqrt{0,548} = 0,74 \text{ MHz} = 740 \text{ kHz.}$$

PIC'en beregner så ud fra resonansfrekvenserne den målte kondensatorværdi :

til at give

$$Cx = \left[ \frac{0,74 \text{ MHz} \times 0,74 \text{ MHz}}{0,523 \text{ MHz} \times 0,523 \text{ MHz}} - 1 \right] \times 680 \text{ pF} = \mathbf{680 \text{ pF.}}$$

### **Diagram beskrivelse.**

Oscillatoren er "krumtappen" i kredsløbet.

LM311 er en spændings komparator.

Når forsyningsspændingen tilføres, ligger ben 2 på 2.5 volt , hvilket medfører at ben 7 ligger på 5 volt. Dette oplader C4 igennem R4 indtil spændingen på ben 3 opnår samme spænding som ben 2.

Ved 2.5 volt skifter ben 7 til et lavt spændingsniveau hvilket inducerer en impuls i resonanskredsløbet bestående af L1 og C1.

Kredsløbet afgiver en dæmpet svingning på sin resonansfrekvens.

Svingningen skaber en firkantspænding på oscillatorens ben 7, som igennem R3 og C3

sendes tilbage til svingningskredsen L1 og C3 og dermed holder oscillatoren i sving.

Ved en værdi på 68 uH for L1 og 680 pF for C1, vil en forøgelse af L1 med 0.001 uH og C1 med 0.01 pF, bevirker en frekvensændring på omkring 5 Hz.

5 Hz svarer til en 0.2 sekunders måleperiode.

Oscillatoren er udover at være enkel i sin opbygning meget pålidelig

Den starter altid, og kan tåle en stor variation i såvel kapaciteten som selvinduktion der indgår i svingningskredsen.

**Oscillatorens output tilføres ben 3, RTCC på PIC 16C622 kredsen hvilket forøger PIC' ens 8 bit tæller, som gemmer optællingen for en periode på 0.4 sekunder.**

**Frekvensen beregnes som den gemte optællings værdi divideret med perioden.**

Oscillatorens frekvens er omkring 750 KHz ved måling af små komponentværdier, dalende til omkring 60 KHz ved 0.1 uF eller 10 mH og omkring 20 KHz ved 1 uF eller 100 mH.

Oplysningerne vedrørende omskifterens stilling , Lx-0-Cx , og ZERO tasten, tilføres ligeledes PIC'en så den har alle informationer og kan gennemføre den ønskede måling.

### **Opbygning.**

Instrumentet er enkel i sin opbygning og der skal ikke tages specielle hensyn ved monteringen af printet.

Vælg den type kondensator udlæsning NANO eller MICRO du ønsker instrumentet skal starte op med.

Ønsker du NANO udlæsning, så monter en lus som vist på diagrammet.

Monter ledningerne fra batteriet , eller en stikkontakt adapter, til de 2 lodde øer på printet.

Isæt displayet, drej kontrast potentiometret helt i yderstilling med uret og sæt spænding på .

Displayet vil nu vise "WAIT" i 10 sekunder efterfulgt af "CALIBRATING" i 2 sekunder og efter 2 sekunder vises "READY MEASURE x".

Sker dette, så virker instrumentet !

Juster så kontrast potentiometeret, så baggrunden lige kan anes.

Monter det hele i kabinettet.

For at undgå kobling imellem L1 og en spole i målebøsningerne bør der nok indføres en afskærmning i kabinettet, medmindre dette er af metal !

Måleledningerne bør ikke være længere som 10 cm., med et bananstik på den ene og et krokodillenæb på den anden.

## Komponentliste.

R1, R2, R3	100K ohm 1/4 watt
R4	33K ohm 1/4 watt
R5	1000 ohm 1/4 watt
R6	10K ohm potentiometer
C1	680pF skive keramisk
C2a	1000 pf 2%
C2b	5, 10, 15, 20, 24, 27, 33, or 39pf NPO vælges for at opnå 1020pf i alt.
C5,C6	0,1 uF Keramisk
C3	10 uF /10v Tantal ( <b>Husk den skal vende korrekt !</b> )
C4,C9,C10	10 uF /10v Elektrolyt ( <b>Husk den skal vende korrekt !</b> )
C7,C8	22 pf Keramisk
X1	8.0 MHz krystal
L1	68 uH
U1	LM311N spændings komperator.
U2	PIC16C622 mikrocomputer
U3	78L05 spændingsregulator
RLY1	Reed relay
DISPLAY	LM-16151 eller lignende
J1	14 pin sokkel ( <b>på display modul</b> )
P1	14 pin stik ( <b>på printpladen</b> )
4 x 3	Omskifter
ZERO	Moment tryktaste
Power	Afbryder
Målebøsning er	Bananbøsninger med klemskruer (eller andet der er egnet til SMD måling)
D1	1N4148

### Fejlfinding.

Når instrumentet ikke virker, så efterse at alt der skal loddet er loddet og at der ikke er loddet noget som ikke skulle loddet, som f.eks. tinbroer imellem 2 lodninger.

Dårlig lodning står for 99% af fejlene.

Her følger nogen yderligere tips:

- 1) **Dødt display**, kontrastkontrollen er ikke justeret korrekt. Start helt i yderstilling med uret.
- 2) **Dødt display**, kontroller at der er 5V på PIC og display.
- 3) **Displayet viser 8 sorte firkanter**, PIC'en kommunikerer ikke med displayet.  
Kontroller lodninger omkring PIC og display. PIC'ens krystal svinger ikke, kontroller med oscilloscope.
- 4) **Displayet viser WAIT, derefter CALIBRATING og går så ikke videre.**  
Oscillatoren (LM311) svinger ikke. Kontroller lodning omkring LM311.  
Se efter om LM311 og de andre komponenter er ordentlig monteret .  
C3 vendt forkert.  
ZERO tasten ikke ordentlig loddet.  
Kontroller at PIC'ens ben 13 får stel igennem ZERO tasten.
- 5) **Instrumentet ser ud til at virke, men viser værdier der ligger langt fra de værdier der står på komponenterne.**  
Kalibrerings kondensatoren er ikke korrekt installeret eller relæet er forkert tilsluttet.