

# LCR Metr

## Dvojitý Displej

### Provozní Manuál



Před uvedením tohoto přístroje do provozu si přečtete velmi pozorně tento provozní manuál. Tento provozní manuál obsahuje důležité Bezpečnostní Informace.

<b>Obsah</b>	<b>Strana</b>
1. Bezpečnost Shrnutí.....	3
2. Bezpečnost Průvodce.....	4
3. Popis Funkce.....	5
3-1. Úvod.....	5
3-2. Vlastnosti.....	5
4. Čelní Panel – Přehled.....	6
4-1. Čelní Panel Displej Popis.....	7
5. Napájení Přístroje.....	8
5-1. Instalace Baterie.....	8
5-2. Indikace Vybité Baterie.....	8
6. Provozní Instrukce.....	9
6-1. Přesnost Specifikace.....	15
7. Dodatečné Informace.....	20
7-1. Volba Měření Frekvence.....	20
7-2. Volba Sériový nebo Paralelní Mód.....	21
7-3. Přesnost Nesrovnalosti.....	22
7-4. Ochranná Svorka.....	23

## 1. Bezpečnost Shrnutí

Následující bezpečnostní informace jsou vztaženy jak na provoz, tak na údržbu měřicího přístroje a musí být dodržovány v průběhu provozu, údržby nebo servisu či oprav měřicího přístroje.

Neprovozujte přístroj v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Neprovozujte přístroj v prostředí výbušných nebo hořlavých plynů či výparů. Provozování jakéhokoliv elektrického přístroje v takovém prostředí vždy představuje bezpečnostní rizika.

Nikdy měřicí přístroj nezapojujte na obvody pod napětím.

Kryt měřicího přístroje nesmí být nikdy snímán obsluhující osobou. Výměna dílů nebo opravy na vnitřním zapojení smí provádět pouze kvalifikovaný servisní pracovník.

Nenahrazujte části měřicího přístroje ani neupravujte jejich zapojení.

Neinstalujte náhradní části ani nijak neupravujte vnitřní zapojení měřicího přístroje. Pokud je nutná oprava, odevzdejte přístroj vašemu prodejci, který zajistí odbornou opravu, aby byla zachována bezpečnost měřicího přístroje.

### Varování a Upozornění

Varování a upozornění jako například následující příklady upozorňují na různá nebezpečí a vyskytují se průběžně v tomto provozním manuálu. Dodržujte všechna upozornění, která se vyskytují v tomto provozním manuálu.

Nápis Varování “Warning” odkazuje většinou na zvýšenou pozornost v průběhu měření, zapojení nebo okolních podmínek, které, pokud nejsou dodrženy, mohou znamenat nebezpečnou situaci pro obsluhující osoby.

Nápis Upozornění “Caution” upozorňuje na zvýšenou pozornost v průběhu měření a pokud nejsou dodrženy určité podmínky, může to vést k poškození nebo zničení částí nebo celého měřicího přístroje.

## 2. Bezpečnost Průvodce

Aby bylo zajištěno bezpečné používání tohoto přístroje, dodržujte všechny bezpečnostní informace popsané níže:

- Tento měřicí přístroj je určen pro použití v interiérech a nadmořské výšce až 2,000 m.
- Před použitím tohoto měřicího přístroje si přečtěte všechna varování a Upozornění a snažte se jim dobře porozumět.
- Při měření na obvodech, vždy vypněte napájení obvodu a vybijte všechny komponenty, které by mohly nést elektrický náboj.
- Před měřením vybijte náboj měřeného kondenzátoru.
- Používejte měřicí přístroj pouze v souladu se specifikací v tomto provozním manuálu. V opačném případě by mohla být narušena ochrana poskytovaná tímto měřicím přístrojem.
- Napájení měřicího přístroje zabezpečuje 6ks napájecích baterií 1.5V.



### Upozornění

Nemějte kondenzátory, které nejsou dostatečně vybité. Připojení nabitého nebo částečně nabitého kondenzátoru na vstupní svorky, může vest k poškození měřicího přístroje.

Při měření částí obvodů, vždy zajistěte, aby před připojením měřicích vodičů bylo vypnuto napájení měřeného obvodu.

Při použití měřicího přístroje v prašném prostředí je nutno přístroj pravidelně ofukovat a čistit.

Neopouštějte měřicí přístroj na místech, kde by byl dlouhodobě vystaven teplu anebo působení slunečních paprsků.

Před sejmutím krytu přístroje, vždy zajistěte, aby přístroj byl odpojen od měřených obvodů. A vždy vypněte napájení měřicího přístroje (OFF).

## 3. Popis Funkce

### 3-1 Úvod

LCR metr je schopen měřit Indukčnost, Kapacitu, Odpor společně s doprovodnými parametry jako jsou: ztrátový faktor (dissipation factor) (D), činitel jakosti (quality factor) (Q), fázový úhel ( $\theta$ ), ekvivalent série/paralelně odpor (ESR nebo  $R_p$ ). Přístroj zcela automaticky volí měřicí rozsahy v režimu měření AC impedance & DC odporových měření. Znamená to, že uživatel může L/C/R součástky měřit přímo bez nutnosti přepínání funkcí nebo rozsahů. Uživatel může také volit měřicí frekvenci v rozsahu 100Hz / 120Hz / 1kHz / 10kHz / 100kHz v závislosti na potřebách měření. Součástky mohou být měřeny jak v paralelním tak sériovém módu, podle impedance měřeného zařízení automaticky.

### 3-2 Vlastnosti

- Dvojitý LCD displej
- Auto LCR smart kontrola a měření
- Sériový/Paralelní módy jsou volitelné
- $L_s/L_p/C_s/C_p$  společně s  $D/Q/\theta/ESR$  parametry
- Podpora DCR módu  $200.00\Omega \sim 200.0M\Omega$
- Pět různých měřicích frekvencí: 100Hz/120Hz/1kHz/10kHz/100kHz
- Test AC signálová úroveň: 0.6mVRMS typ.
- Test rozsah: (například  $F=1kHz$ )
- $L: 200.00 \mu H \sim 2000.0 H$ ,  $C: 2000.0 pF \sim 2.000 mF$
- $R: 20.000 \Omega \sim 200.0 M\Omega$
- Multi-úrovňový detektor stavu napájecí baterie
- Podpora podsvícení displeje & Bzučák repro

### Zobrazení Parametrů na Primárním Displeji:

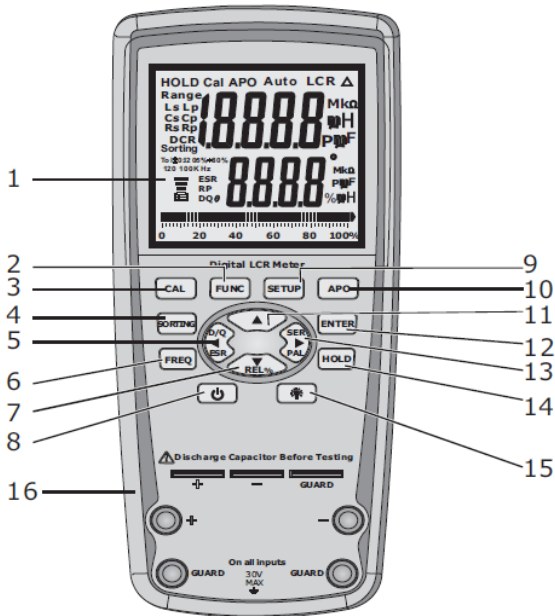
- DCR: DC Odpor
- $L_s$ : Sériová indukčnost
- $L_p$ : Paralelní indukčnost

- Cs: Sériová Kapacita
- Cp: Paralelní Kapacita
- Rs: Sériový Odpor
- Rp: Paralelní Odpor

### Parametry Zobrazené na Sekundárním Displeji:

- $\theta$ : Fázový Úhel
- ESR: Ekvivalentní Sériový Odpor
- D: Ztrátový Činitel
- Q: Činitel Jakosti

## 4. Čelní Panel Přehled



## 4-1 Čelní Panel Displej Popis

1. LCD Displej
2. Mode (Auto LCR/L/C/ ACR/ DCR) tlačítko voleb
3. Kalibrační mód tlačítko volby
4. Mode tlačítko třídění
5. Sekundární displej (pro zobrazení hodnot: ztrátový faktor (D), činitel jakosti (Q), fázový úhel ( $\theta$ ), ekvivalentní sériový odpor (ESR), ekvivalentní paralelní odpor (Rp)) volba a úprava hodnoty řazení tlačítko ( $\leftarrow$ )
6. Test Frekvence tlačítko volby
7. Relativní mód a úprava hodnoty třídění(  $\rightarrow$ ) tlačítko
8. Tlačítko napájení ON/OFF
9. Tlačítko úpravy hodnoty třídění
10. APO (Auto power off) tlačítko
11. Úprava hodnoty třídění(  $\rightarrow$ ) tlačítko
12. Potvrzení a volba hodnoty, kterou uživatel potřebuje upravit v módu třídění.
13. Tlačítko Hold Displej
14. Volba Sériového nebo Paralelního způsobu měření a úprava hodnoty řazení (  $\rightarrow$ ) tlačítko.
15. Tlačítko Podsvícení
16. Vstupní svorky pro připojení (banánková vstupní svorka) kladného, záporného, guard potenciálu (viz “Guard Terminal” v kapitole “DODATEČNÉ INFORMACE”).

## 5. Napájení Přístroje

Před započítím vlastního měření, je zapotřebí zajistit pro měřicí přístroj zdroj napájení. Nainstalujte proto nejdříve napájecí baterie.

### 5-1 Instalace napájecích baterií



LCR metr používá k napájení baterie, takže přístroj může být při měření pohodlně přenášen. Použito je 6 standartních 1,5V napájecích baterií. Položte přístroj dnem vzhůru. Odejměte držák na zadní stěně. Tímto získáte přístup k upevňovacím šroubkům krytu prostoru pro napájecí baterie.

- Pomocí šroubováku šroubky uvolněte a odejměte kryt prostoru napájecích baterií. Vložte do přístroje 6 napájecích baterií 1,5V. Dodržujte polaritu vkládaných baterií podle pólů vyznačených v prostoru pro baterie. Kladný pól je označený (+) a záporný pól je označený (-). Ujistěte se, že jsou baterie vloženy správnou polaritou.

Namístěte zpět kryt napájecích baterií, zajistěte jej šroubkem a dotáhněte šroubek pomocí šroubováku.

Napájení přístroje zapnete stisknutím tlačítka  po dobu dvou sekund.

### 5-2 Indikace vybité baterie

LCR metr je vybaven indikací stavu vybité baterie , který ukazuje, že je nutné vyměnit napájecí baterie. Pokud se na displeji LCD zobrazí symbol baterie , znamená to, že je nutno vyměnit napájecí baterie. Zobrazení symbolu znamená, že napájecí napětí pokleslo pod provozní úroveň. Z tohoto důvodu také poklesla přesnost měření tímto přístrojem. Doporučujeme baterie vyměnit co nejdříve, před pokračováním v dalším měření. Baterie vyměňte podle pokynů v předešlém odstavci.



## 6. Provozní Pokyny

Stisknutí tlačítka funkce aktivuje funkce označené "◆"

Klávesa	FUN	HOL	Dqθ	S/P	BKLI	SORT	FREQ	REL%
AUTOLCR	◆	◆			◆			◆
L	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
C	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
ACR	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆
DCR	◆	◆			◆	◆	◆	

### Zapnutí Napájení ON/OFF

Po zapnutí napájení se na displeji CCD na dvě sekundy rozsvítí všechny segment. Následně proběhne inicializační proces. Jako výchozí mód se nastaví AUTOLCR smart mód a výchozí měřicí frekvence je 1 kHz. Pokud opět stisknete tlačítko PWR\_KEY měřicí přístroje vypne napájení. Na displeji LCD se zobrazí "OFF" a celý systém přejde do stavu vypnutí napájení.

### Auto power off (automatické vypnutí napájení)



Aby se prodloužila životnost napájecích baterií, může vám být užitečná funkce APO. Automatické vypnutí napájení (APO) můžete aktivovat a deaktivovat pomocí tlačítka APO a na displeji LCD je zobrazeno, zdali je funkce aktivní či nikoliv. Pokud po dobu 5 minut není stisknuto žádné tlačítko nebo nedojde ke změně měřicího rozsahu, systém spustí bzučák, který třikrát pípne a následně se automaticky vypne napájení měřicího přístroje. Během tohoto oznámení ještě můžete přístroj aktivovat stisknutím kteréhokoliv tlačítka a napájení se nevypne. Pokud nestisknete kteroukoliv klávesu, napájení se vypne.

### Bzučák

Po stisknutí tlačítka, které je přístupné pro dané měření se ozve jedno pípnutí. Pokud zvolené tlačítko není aktivní pro dané měření, ozvou se pípnutí dvě.



•

## Podsvícení

Po stisknutí tlačítka podsvícení  se aktivuje podsvícení displeje LCD. Stisknete opět tlačítko podsvícení  a podsvícení LCD zhasne. Pokud neukončíte podsvícení manuálně, ukončí se automaticky po 60 sekundách.

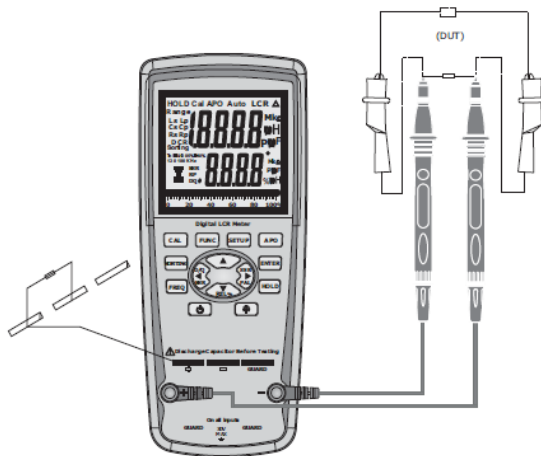
## Detekce stavu napájecí baterie

Měřicí přístroje neustále sleduje úroveň napětí napájecí baterie. Cd ukazatel stavu napájecí baterie graficky ubývá podle toho, jak se snižuje napětí napájecí baterie.

Primární impedance se sekundárním parametrem měřicího módu, když se zvolí automatické měření AUTO/L/C/R. Každým stiskem tohoto tlačítka  můžete navolit přímo příslušný mód měření v tomto pořadí: Auto-LCR mode → Auto-L mode → Auto-C mode → Auto-R mode → DCR mode → Auto-LCR mode. Jako výchozí je navolen mód Auto LCR který umožní rychlé měření impedance a provádět veškerá měření L/C/R automaticky. Sekundární parametry vždy běží souběžně s příslušným L/C/R měřením. To znamená, že měření jde v určitých skupinách (L + Q), (C+D)<sup>2</sup>, (R+Q)<sup>2</sup>. Po zvolení módu Auto-L nebo Auto-C probíhají tato měření s automatickou volbou rozsahů. Na primárním displeji LCD se zobrazí hodnota indukčnosti a na sekundárním displeji se zobrazí buď činitel jakosti, nebo ztrátový činitel. Hodnota D/Q/θ/ESR D/Q může být zobrazena stisknutím tlačítka ESR . Při volbě Auto-R (ACR mód) nebo DCR mód nedochází na sekundárním displeji k žádné aktivitě.

**Poznámka:** Při aktivaci-LCR módu se zobrazují sekundární parametry buď v paralelním módu (Rp) a je zaměněn D činitel, pokud je hodnota měřené kapacity nižší než asi 5pF.

**Poznámka:** Auto-LCR mód. V průběhu měření Auto-R nebo DCR nejsou dostupné sekundární parametry.



**Obrázek 2**–Zobrazení parametrů měřeného obvodu

### Sériový/Paralelní mód volby

LCR metr nabízí možnost volby typu měření v sériovém nebo paralelním módu. Podle toho jaký mód zvolíte se bude lišit postup měření komponentů. Navíc, volba měřicího módu je závislá na typu a hodnotě měřené součástky a v konečném důsledku má vliv na přesnost změřených parametrů. Pro podrobnější informace nahlédněte do kapitoly “DODATEČNÉ INFORMACE”. Při volbě jakékoliv L/C/R funkce je automaticky navoleno buď měření paralelní, nebo sériové a na displeji je toto zobrazeno hlášením AUTO. Vše se odvíjí od celkové ekvivalentní impedance. Když je tato impedance vyšší než  $10\text{k}\Omega$ , je nastaven paralelní mód měření a na displeji LCD je pro příslušná měření zobrazeno  $L_p/C_p/R_p$ . Když je tato impedance nižší než  $10\text{k}\Omega$ , je nastaven sériový mód a na displeji LCD je pro příslušná měření zobrazeno  $L_s/C_s/R_s$ . Po stisknutí tlačítka PAL  $\curvearrowright$  je možno manuálně zvolit sériový nebo paralelní mód. Na displeji LCD se vždy zobrazí odpovídající indikátory navoleného módu měření LS/LP/CS/CP/RS/RP

## Hold mód

Funkce "data hold" umožňuje uživateli pozastavit výsledek měření na displeji LCD až do chvíle kdy je funkce "data hold" vypnuta.

## Aktivace Data Hold

Pro aktivaci "data hold" stiskněte jednou tlačítko HOLD . Na displeji LCD se zobrazí indikátor "HOLD", což znamená, že funkce "data hold" je aktivní.

## Vypnutí Data Hold

Pro deaktivaci "data hold" stiskněte opět tlačítko HOLD . Z obrazovky displeje LCD zmizí indikátor "HOLD", což znamená že přístroj je v režimu normálního měření.

## Relativní mód

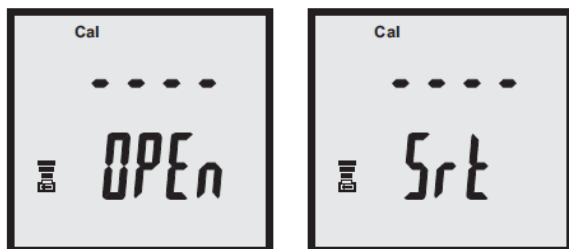
Stiskněte tlačítko REL%  a hodnota naměřená a zobrazená na displeji LCD může být použita jako referenční hodnota (DREF) a na obrazovce se zobrazí indikátor relativní hodnoty "Δ". Sekundární displej bude zobrazovat poměr relativní hodnoty a naměřené hodnoty v procentech REL%.  $REL\% = (DCUR - DREF) / DREF * 100\%$ . Opětovným stiskem tlačítka REL%  se zobrazí referenční hodnota DREF na hlavním displeji a segment "Δ" bude blikat. Procentuální rozsah je v rozmezí -99.9%~99.9%. Když je naměřená relativní hodnota dvakrát vyšší než referenční hodnota DREF, zobrazí se na sekundárním displeji indikátor přesahu rozsahu "OL%". Pro ukončení relativního módu stiskněte tlačítko REL%  po dobu 2 sekund.

## Kalibrační mód

Pro dosažení vyšší přesnosti high/low impedance, je doporučeno před měřením provést OPEN/SHORT kalibraci. Stiskněte tlačítko kalibrace CAL  po dobu dvou sekund pro vstup do kalibračního módu. Kalibrační postup: OPEN ready1  CALOPEN kalibrace (30s)→ CAL⇒ SHORT ready2  CAL→ SHORT kalibrace (30s). V průběhu OPEN/SHORT kalibračního procesu se na 30 sekund vypne displej LCD. Po ukončení procesu kalibrace se na primárním displeji LCD zobrazí symboly PASS nebo FAIL. Pokud se zobrazilo PASS pro oba typy kalibrace OPEN a také SHORT, kalibrační data se uloží po stisku tlačítka CAL.

“OPEN ready” znamená, že vstupní svorky nejsou propojeny

“SHORT ready” znamená, že vstupní svorky jsou spojeny na krátko, například jednoduchým vodičem. Vstupní svorka "+" a "-" je propojena vodičem.



**Obrázek 3-**Open Kalibrace (vlevo) a Short Kalibrace (vpravo)

### “Sorting mode” (mód třídění)

Mód třídění umožňuje uživateli provádět rychlý výběr součástek podle zvolené hodnoty. Zvolte primární měřicí mód podle typu součástky, kterou budete měřit (L/C/R). Připojte součástku, kterou považujete jako referenční standart. Jinými slovy, připojte součástku, jejíž hodnoty jsou podle vašich požadavků. Stiskněte tlačítko SORTING  pro vstup do módu třídění. Mód třídění není možno aktivovat, dokud není připojena referenční součástka. Po aktivaci módu třídění je možno nastavit referenční hodnotu, rozsah a tolerance. Všechny tyto hodnoty mohou být upraveny podle požadavků.

### **Postup Nastavení:**

SETUP nastavení rozsahu (použijte  $\langle/\triangleright$ ) ENTER vložte referenční hodnotu (použijte  $\Delta/\nabla/\langle/\triangleright$ )  $\rightarrow$  ENTER  $\rightarrow$  nastavení tolerance (použijte  $\langle/\triangleright$ )  $\rightarrow$  ENTER mód třídění.

Rozsahy voleb nastavení tolerance: +0.25%  $\rightarrow$  +0.5%  $\rightarrow$  +1%  
 $\rightarrow$  +2%  $\rightarrow$  +5%  $\rightarrow$  +10%  $\rightarrow$  +20%  $\rightarrow$  +80%-20%. Výchozí hodnota je +1%.

V módu třídění zobrazuje primární displej PASS nebo FAIL, podle toho zdali připojená impedance splňuje nastavené toleranční pásmo. Skutečná změřená hodnota součástky je zobrazena na sekundárním displeji. Pro ukončení módu třídění, stiskněte opět tlačítko SORTING

**UPOZORNĚNÍ:** Pokud jsou měřena součástkou kondenzátory, vždy zajistěte aby byl kondenzátor před měření m vybitý. U větších kapacit trvá poněkud déle, než se kondenzátor zcela vybijí. Připojení nevybitého nebo jen částečně vybitého kondenzátoru může vest k elektrickému rázu a také poškození přístroje, který není možno dále používat.

### **Měřicí Frekvence**

Po stisknutí tlačítka FREQ je možné postupně měnit měřicí frekvenci. K dispozici je pět základních měřicích frekvencí (100Hz / 120Hz / 1kHz / 10kHz / 100kHz). Měřicí frekvence může ovlivnit výslednou přesnost měření, která závisí na hodnotě měřicí frekvence a na hodnotě měřené součástky.

Pro podrobnější informace týkající se měřicí frekvence, nahlédněte do kapitoly “DODATEČNÉ INFORMACE”.

## 6-1 Přesnost Specifikace

### Poznámky:

- Měření byly provedeny na měřicí svorce.
- Měření byly provedena po správně Short a Open kalibraci.
- DUT (testovaný přístroj) a přívodní vodiče musí být řádně stíněny.
- Q hodnota je reciproční hodnotou DF.
- Základní přesnost je v rozsahu 10% až 100% maximálně zobrazené hodnoty. Přesnost mimo tento rozsah může být pouze jako porovnávací hodnota.
- — znamená paralelní nebo sériový měřicí mód.

**Indukčnost @ Ta =18 ~ 28 OC (De)**

**Frekvence = 100 Hz/120 Hz**

Rozsah	Rozlišení	Lx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
20.000mH	1uH	1.5%±10d	1.5%±50d	Série
200.00mH	0.01mH	1.4%±15d	1.4%±50d	Série
2000.0mH	0.1mH	1.5%±15d	1.5%±50d	Série
20.000H	1mH	1.6%±10d	1.6%±50d	---
200.00H	0.01H	1.3%±10d	1.3%±50d	Paralelní
2000.0H	0.1H	2.0%±15d	2.0%±50d	Paralelní
20.000kH	0.001kH	2.5%±15d	2.5%±0d	Paralelní

**Frekvence = 1kHz**

Rozsah	Rozlišení	Lx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
2000.0uH	0.1uH	1.3%±10d	1.3%±50d	Série
20.000mH	1uH	1.2%±10d	1.2%±50d	Série
200.00mH	0.01mH	1.2%±10d	1.2%±50d	Série
2000.0mH	0.1mH	1.5%±15d	1.5%±50d	---
20.000H	1mH	1.5%±15d	1.5%±50d	Paralelní
200.00H	0.01H	2.0%±10d	2.0%±50d	Paralelní
2000.0H	0.1H	2.5%±15d	2.5%±50d	Paralelní

**Frekvence = 10kHz**

Rozsah	Rozlišení	Lx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
200.00uH	0.01uH	1.8%±10d	1.8%±50d	Série
2000.0uH	0.1uH	1.5%±10d	1.5%±50d	Série
20.000mH	1uH	1.2%±10d	1.2%±50d	Série
200.00mH	0.01mH	1.5%±15d	1.5%±50d	---
2000.0mH	0.1mH	2.0%±10d	2.0%±50d	Paralelní
20.000H	1mH	2.5%±15d	2.5%±50d	Paralelní

**Frekvence = 100kHz**

Rozsah	Rozlišení	Lx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
20.000uH	0.001uH	2.5%±10d	2.5%±50d	Série
200.00uH	0.01uH	1.5%±10d	1.5%±50d	Série
2000.0uH	0.1uH	1.3%±15d	1.3%±50d	Série
20.000mH	1uH	2.0%±15d	2.0%±50d	Paralelní
200.00mH	0.01mH	2.5%±15d	2.5%±50d	Paralelní

**Kapacita @ Ta =18~ 28OC (De)****Frekvence = 100 Hz/120 Hz**

Rozsah	Rozlišení	Cx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
20.000nF	1pF	2.5%±10d	2.5%±50d	Paralelní
200.00nF	0.01nF	1.2%±10d	1.2%±50d	---
2000.0nF	0.1nF	0.9%±10d	0.9%±50d	---
20.000uF	1nF	1.0%±15d	1.0%±50d	Série
200.00uF	0.01uF	1.2%±10d	1.2%±50d	Série
2000.0uF	0.1uF	2.5%±10d	2.5%±50d	Série
20.00mF	0.01mF	5.0%±10d	5.0%±50d	Série



**Frekvence = 1kHz**

Rozsah	Rozlišení	Cx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
2000.0pF	0.1pF	3.5%±15d	3.5%±50d	Paralelní
20.000nF	1pF	1.0%±10d	1.0%±50d	---
200.00nF	0.01nF	0.9%±10d	0.9%±50d	---
2000.0nF	0.1nF	1.0%±10d	1.0%±50d	Série
20.000uF	1nF	1.2%±15d	1.2%±50d	Série
200.00uF	0.01uF	2.5%±10d	2.5%±50d	Série
2000uF	1uF	4%±20d	4%±50d	Série

**Frekvence = 10kHz**

Rozsah	Rozlišení	Cx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
200.00pF	0.01pF	3.0%±8d	3.0%±50d	Paralelní
2000.0pF	0.1pF	1.0%±10d	1.0%±50d	---
20.000nF	1pF	0.9%±10d	0.9%±50d	---
200.00nF	0.01nF	0.8%±10d	0.8%±50d	Série
2000.0nF	0.1nF	1.0%±8d	1.0%±50d	Série
20.000uF	1nF	2.0%±8d	2.0%±50d	Série
200.0uF	0.1uF	4.5%±15d	4.5%±50d	Série

**Frekvence = 100kHz**

Rozsah	Rozlišení	Cx Přesnost	DF Přesnost	Měřicí Mód
200.00pF	0.01pF	2.5%±15d	2.5%±50d	Paralelní
2000.0pF	0.1pF	1.0%±8d	1.0%±50d	Paralelní
20.000nF	1pF	1.8%±8d	1.8%±50d	Paralelní
200.00nF	0.01nF	1.5%±10d	1.5%±50d	Série
2000.0nF	0.1nF	2.5%±15d	2.5%±50d	Série

**Odpor @ Ta =18 ~ 28OC(De)**

**Frekvence = 100 Hz/120 Hz**

Rozsah	Rozlišení	Rx Přesnost	Měřicí Mód
200.00Ω	0.01Ω	1.2%±10d	---
2.0000kΩ	0.1Ω	0.8%±5d	---
20.000kΩ	1Ω	0.9%±5d	---
200.00kΩ	0.01kΩ	0.7%±3d	---
2.0000MΩ	0.1kΩ	1.0%±5d	---
20.000MΩ	1kΩ	2.2%±10d	---
200.0MΩ	0.1MΩ	2.5%±10d	---

**Frekvence = 1kHz**

Rozsah	Rozlišení	Rx Přesnost	Měřicí Mód
20.000Ω	1mΩ	1.2%±10d	---
200.00Ω	0.01Ω	0.8%±5d	---
2.0000kΩ	0.1Ω	0.8%±3d	---
20.000kΩ	1Ω	0.7%±3d	---
200.00kΩ	0.01kΩ	1.0%±5d	---
2.0000MΩ	0.1kΩ	1.5%±10d	---
20.000MΩ	1kΩ	1.8%±10d	---
200.0MΩ	0.1MΩ	6.0%±50d	---

**Frekvence = 10kHz**

Rozsah	Rozlišení	Rx Přesnost	Měřicí Mód
20.000Ω	1mΩ	1.5%±10d	---
200.00Ω	0.01Ω	0.8%±10d	---
2.0000kΩ	0.1Ω	0.9%±5d	---
20.000kΩ	1Ω	0.8%±3d	---
200.00kΩ	0.01kΩ	1.0%±5d	---
2.0000MΩ	0.1kΩ	2.5%±10d	---
20.00MΩ	0.01MΩ	2.8% 10d	---

**Frekvence = 100kHz**

Rozsah	Rozlišení	Rx Přesnost	Měřicí Mód
20.000Ω	1mΩ	2.3%±10d	---
200.00Ω	0.01Ω	1.5%±5d	---
2.0000kΩ	0.1Ω	0.8%±20d	---
20.000kΩ	1Ω	0.8%±20d	---
200.00kΩ	0.01kΩ	1.5%±10d	---
2.000MΩ	1kΩ	2.5%±30d	---

**DC Odpor @ Ta =18 ~ 28OC (De)****Frekvence = 100Hz / 120Hz / 1kHz / 10kHz / 100KHz**

Rozsah	Rozlišení	Rx Přesnost	Měřicí Mód
200.00Ω	±0.01Ω	1.8%±10d	---
2.0000kΩ	±0.1Ω	0.6%±20d	---
20.000kΩ	±1Ω	0.6%±10d	---
200.00kΩ	±0.01kΩ	0.5%±3d	---
2.0000MΩ	±0.1kΩ	1.5%±5d	---
20.000MΩ	±1kΩ	2.0%±5d	---
200.0MΩ	±0.1MΩ	2.5%±5d	---

**D hodnota Přesnosti @ Ta =18 ~ 28OC (De)**

Frek. / Z	0.1- 1Ω	1-10Ω	10-	100k-	1M-	20M-200
100/120H	±0.030	±0.010	±0.009	±0.010	±0.020	±0.040
1kHz	±0.030	±0.010	±0.009	±0.010	±0.020	±0.090
10kHz	±0.030	±0.010	±0.009	±0.009	±0.010	±0.040
100kHz	±0.040	±0.030	±0.010	±0.010	±0.020	±0.040

**D hodnota Přesnosti @ Ta =18 ~ 28OC (De)**

Frek. / Z	0.1- 1Ω	1- 10Ω	10 -	100k -	1M -	20M-200
100/120H	±0.650	±0.360	±0.230	±0.450	±0.650	±1.350
1kHz	±0.650	±0.360	±0.230	±0.450	±0.650	±3.630
10kHz	±0.650	±0.360	±0.230	±0.450	±1.350	N/A
100kHz	±1.270	±0.650	±0.490	±0.650	±1.350	

## **7. Dodatečné Informace**

Tato kapitola poskytuje dodatečné informace pro uživatele obsluhující LCR metry. Některá doporučení a vysvětlení jsou míněna jako pomoc při použití určitých funkcí a vlastností a povedou k efektivnějším měření a současně vyšší přesnosti měření.

### **7-1 Volba Měřicí Frekvence**

Měřicí frekvence může mít rozhodující vliv na výsledek měření, zvláště při měření indukčnosti a kapacit. Tato kapitola nabízí některá doporučení a pokyny ke zvážení.

#### **Kapacita**

Při měření kapacity je nejdůležitější zvolit odpovídající měřicí frekvenci pro dosažení co nejpřesnějších výsledků měření. Všeobecně se používá měřicí frekvence 1 kHz pro měření kapacit o velikosti 0.01  $\mu\text{F}$  nebo nižší. Pro kapacity 10  $\mu\text{F}$  nebo vyšší se používá měřicí frekvence 120 Hz nebo nižší. Když sledujeme toto základní rozdělení, pak vysoké měřicí frekvence se využívají pro měření velmi nízkých kapacit. Pro velké kapacity jsou nejvhodnější nízké frekvence. Například, pokud je měřená kapacita v řádu mF, pak volba měřicí frekvence 100 Hz nebo 120 Hz poskytne nejpřesnější výsledky měření. Tento postup bude pochopitelný, protože při měření frekvenci 1 kHz nebo 10 kHz se výsledky měření mohou jevit jako nesmyslné hodnoty.

Ve všech případech, je vhodné vzít pro danou součástku v úvahu údaje výrobce, abychom se mohli rozhodnout pro nejlepší měřicí frekvenci.

#### **Indukčnost**

Typicky se používá měřicí frekvence 1 kHz pro měření indukčností používaných v audio technice a RF obvodech. Je to z toho důvodu, že tyto součástky pracují v obvodech s vyššími frekvencemi a je požadováno, aby měření probíhalo při měřicí frekvenci 1 kHz nebo 10 kHz. Avšak měřicí signál 120 Hz se používá pro měření indukčností v obvodech síťových

filtrů v napájecích zdrojích, které typicky pracují na frekvenci 50Hz AC (60 Hz AC v U.S.) a filtrují frekvence 100 - 120 Hz.

Všeobecně indukčnosti pod 2 mH by měly být měřeny frekvencí 1 kHz, zatímco indukčnosti nad 200 mH by měly být měřeny frekvencí 120 Hz.

Ve všech případech je vhodné se seznámit s parametry, které udává výrobce indukčnosti, pro rozhodnutí, jakou zvolit nevhodnější měřicí frekvenci, aby bylo dosaženo co nejpřesnějších výsledků měření.

## **7-2 Volba Sériového nebo Paralelního Módu**

Tak jako měřicí frekvence může ovlivnit přesnost měření, stejně tak může volba paralelního nebo sériového měřicího módu ovlivnit výslednou přesnost měření. Platí to zvláště pro kapacity a indukčnosti. Níže jsou uvedena některá doporučení, která je vhodné vzít v úvahu.

### **Kapacita**

Pro většinu měření kapacit je nejlepší volba paralelního módu měření. Většina kapacit má velmi nízký ztrátový činitel (dissipation factor) (vysoký vnitřní odpor) v porovnání s impedancí kapacity. Ve všech těchto případech bude mít paralelní vnitřní odpor měřicího přístroje zanedbatelný vliv na výsledek měření.

Přesto všechno, v některých případech je preferován sériový měřicí mód. Například měření vysokých hodnot kapacit bude vyžadovat tento sériový měřicí mód pro dosažení optimálních výsledků měření. Jinak se může stát, že výsledek měření se bude zdát chybný nebo dokonce nesmyslný. Sériový měřicí mód volíme z toho důvodu, že vysoké kapacity mívají vyšší ztrátový činitel a současně a současně nižší vnitřní odpor.

## **Indukčnost**

Pro většinu měření indukčností je nejlepší volbou sériový měřicí mód. Je to z toho důvodu, že v této konfiguraci měření je velmi přesně změřen činitel jakosti  $Q$  (quality factor)  $I$  při nízkém činiteli jakosti a ohmické ztráty jsou důležité.

Přesto v některých případech je preferován paralelní mód měření. Například cívky s železným jádrem, které pracují na vysokých frekvencích, kde jsou významné hodnoty hysterese a vířivých proudů, vyžadují měření v paralelním módu pro dosažení optimálních výsledků měření.

## **7-3 Nesouběh Přesnosti**

V některých zvláštních případech se mohou vyskytnout významnější nepřesnosti při měření indukčností, kapacit nebo odporů.

## **Kapacita**

Při měření kapacity je vždy záměrem, abychom naměřili co nejnižší ztrátový činitel. Elektrolytické kondenzátory mají vždy vyšší ztrátový činitel z důvodu vyšších vnitřních svodových charakteristik. V některých případech, pokud má  $D$  (dissipation factor) vysokou hodnotu, naměřená hodnota je nepřesná a může se pohybovat zcela mimo specifikaci.

## **Indukčnost**

Některé cívky jsou navrženy takovým způsobem, že pracují s jistou DC předmagnetizací (DC bias) pro dosažení zamýšlené hodnoty indukčnosti. Avšak LCR metr není konstruován tak, aby zajistil tento DC předmagnetizační proud. A externí zdroj pro předmagnetizaci nemůže být spuštěn, protože by znamenal přivedení napětí na svorky LCR metru a tím by mohl způsobit jeho poškození. Z tohoto důvodu některá měření nemohou odpovídat hodnotám, které pro konkrétní cívku může udávat výrobce ve své specifikaci. Je důležité nahlédnout do specifikace, zdali tuto hodnotu indukčnosti vztahuje k předmagnetizaci či nikoliv.

## **Odpor**

Když měříte odpor součástky nebo obvodu, je důležité vědět, že existují dva způsoby jak provést toto měření. Jedním způsobem je DC měření a druhým způsobem je AC měření. LCR metr je vybaven oběma typy měření. Pokud máte měřit součástku, který výslovně uvádí měření způsobem DC, pak jiné měření vykáže vysokou nepřesnost nebo nepoužitelnost. Vždy před měřením odporu si ujasněte, zdali měřený obvod nebo součástka vyžadují DC nebo AC měření. Podle použitého způsobu se výsledky měření mohou značně lišit.

### **7-4 Guard Terminál**

Jedna ze vstupních svorek je označena jako "GUARD". Tato svorka není určena pro všechna měření, kterými přístroj disponuje. Avšak v některých případech je tato svorka velmi užitečná. Guard terminál všeobecně slouží ke dvěma účelům.

Pokud používáte měřicí vodiče, guard terminál může být použit pro připojení stínění měřicího vodiče. Toto zapojení je užitečné při měření velmi vysokých hodnot odporu. Například při měření odporu  $10\text{ M}\Omega$  pomocí měřicích vodičů, může se na vysokém rozsahu hodnota zdát nestabilní a několik čísel se může neustále měnit. Pokud jsou měřicí vodiče vybaveny stíněním a současně připojíme toto stínění na guard svorku, může toto pomoci ke stabilizaci odečtu výsledku měření.

Guard terminál současně minimalizuje šumy a parazitní efekty, které přicházejí z měřené součástky. Tímto guard svorka zvyšuje přesnost měření.

