

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

KOMPLEXNÍ NÁVOD PRO MĚŘÍCÍ STANICI HIOKI 3390

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

DOMINIK PEKÁREK

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Dominik Pekárek

ID: 125586

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Komplexní návod pro měřicí stanici Hioki 3390

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Prostudujte dostupný manuál měřicí stanice HIOKI 3390.
2. Vytvořte zkrácenou verzi, která obsáhne podstatné funkce a možnosti měřicí stanice HIOKI 3390.
3. Změřte některé úlohy, při kterých využijete zkrácený návod.
4. Výsledky shrňte v práci.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 25.5.2012

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Radil

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

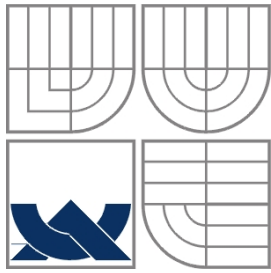
Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

PEKÁREK, D. *Komplexní návod pro měřící stanici Hioki 3390*. Bakalářská práce. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně, 2012, 50 stran.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. Díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

Komplexní návod pro měřicí stanici Hioki 3390

Dominik Pekárek

vedoucí: Ing. Lukáš Radil

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2012

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Bachelor's Thesis

Complex instruction manual to measuring station Hioki 3390

by

Dominik Pekárek

Supervisor: Ing. Lukáš Radil

Brno University of Technology, 2012

Brno

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analyzátozem výkonu Hioki 3390. Práce obsahuje nastavení, základní operace a funkce přístroje. Na konci bakalářské práce je vypracován vzorový protokol, který byl změřený pomocí HIOKI 3390.

KLÍČOVÁ SLOVA: manuál; výkon; napětí; proud; obrazovka; nastavení; tlačítko;

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with power analyzer HIOKI 3390. Thesis contains settings, basic operations and functions of the instrument. At the end of the thesis there is a representative protocol, which was measured with Hioki 3390.

KEY WORDS: manual; power; voltage; current; screen; settings; button;

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
1 ÚVOD.....	12
2 OBECNÝ PŘEHLED	13
2.1 O PRODUKTU	13
2.2 MOŽNOSTI PŘÍSTROJE	13
3 NÁZVY FUNKCÍ ZÁKLADNÍCH OPERACÍ A OBRAZOVKY	14
3.1 NÁZVY A FUNKCE ČÁSTÍ PŘÍSTROJE	14
3.2 ZÁKLADNÍ OPERACE	17
3.3 ZOBRAZOVANÉ POLOŽKY A TYPY OBRAZOVEK.....	18
3.3.1 BĚŽNÉ ZOBRAZOVANÉ POLOŽKY	18
3.3.2 OBRAZOVKA MĚŘENÍ.....	18
3.3.3 TYPY OBRAZOVEK	20
4 PŘÍPRAVY PŘED MĚŘENÍM.....	23
4.1 KONTROLA PŘED MĚŘENÍM	23
4.2 PŘIPOJENÍ NAPÁJECÍ PŘÍPOJKY	23
4.3 UZEMNĚNÍ PŘÍSTROJE	24
4.4 PŘIPOJENÍ NAPĚŤOVÝCH MĚŘÍCÍCH KABELŮ	24
4.5 PŘIPOJENÍ PROUDOVÝCH SENZORŮ.....	24
4.6 ZAPÍNÁNÍ A VYPÍNÁNÍ PŘÍSTROJE.....	24
4.7 VÝBĚR TYPU VEDENÍ.....	25
4.8 OVĚŘENÍ SPRÁVNÉHO TYPU VEDENÍ.....	26
5 ZOBRAZENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT.....	27
5.1 POSTUP ZOBRAZENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT	27
5.2 ZOBRAZENÍ NAMĚŘENÉHO VÝKONU A ZMĚNA NASTAVENÍ MĚŘENÍ	28
5.2.1 ZOBRAZENÍ U MĚŘENÍ VÝKONU	28
5.2.2 VÝBĚR ROZSAHŮ	29
5.2.3 NASTAVENÍ MĚŘENÍ FREKVENCE.....	30
5.3 ZOBRAZENÍ HARMONICKÝCH NAMĚŘENÝCH HODNOT	31
5.3.1 ZOBRAZENÍ SLOUPCOVÝCH GRAFŮ	31
5.3.2 ZOBRAZENÍ HARMONICKÉHO SEZNAMU	31
5.3.3 ZOBRAZENÍ HARMONICKÝCH VEKTORŮ	32
5.4 PROHLÍŽENÍ PRŮBĚHŮ	32
5.4.1 ZOBRAZENÍ PRŮBĚHŮ	32
5.5 PROHLÍŽENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT ÚČINNOSTÍ	33
6 OPERAČNÍ FUNKCE.....	34
6.1 FUNKCE PRŮMĚROVÁNÍ.....	34
6.2 FUNKCE DATA HOLD	34

6.3 FUNKCE X-Y GRAF.....	35
6.4 KONVERZE Δ -Y	35
7 ZMĚNA NASTAVENÍ SYSTÉMU	37
8 UKLÁDÁNÍ DAT A OPERACE SE SOUBORY.....	38
8.1 FORMÁTOVÁNÍ CF KARTY	38
8.2 UKLÁDÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT	39
8.2.1 VÝBĚR POLOŽEK, KTERÉ CHCETE ULOŽIT.....	39
8.2.2 MANUÁLNÍ UKLÁDÁNÍ DAT	40
8.2.3 AUTOMATICKÉ UKLÁDÁNÍ DAT	41
8.3 UKLÁDÁNÍ PRŮBĚHŮ.....	41
8.4 UKLÁDÁNÍ NASTAVENÍ.....	42
9 VYPRACOVÁNÍ VZOROVÉHO PROTOKOLU	43
9.1 MĚŘENÍ NA VEDENÍ 220 kV - STANOVENÍ BLONDELOVÝCH KONSTANT II-ČLÁNKU	43
9.1.1 CÍLE ÚLOHY	43
9.1.2 ZADÁNÍ	43
9.1.3 TEORETICKÝ ROZBOR	43
9.1.4 POSTUP MĚŘENÍ	45
9.1.5 VÝPOČET.....	48
9.1.6 ZÁVĚR MĚŘENÍ.....	48
10 ZÁVĚR.....	49
POUŽITÁ LITERATURA	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 3-1 Přední strana [1]</i>	14
<i>Obr. 3-2 Operační tlačítka [1]</i>	15
<i>Obr. 3-3 Pravá strana [1]</i>	16
<i>Obr. 3-4 Zadní strana [1]</i>	17
<i>Obr. 3-5 Položky zobrazené na každé obrazovce [1]</i>	18
<i>Obr. 3-6 Položky zobrazené na obrazovce měření [1]</i>	19
<i>Obr. 3-7 Obrazovka motor [1]</i> <i>Obr. 3-8 Obrazovka vektor [1]</i>	20
<i>Obr. 3-9 Obrazovka účinnosti [1]</i> <i>Obr. 3-10 Obrazovka XY graf [1]</i>	20
<i>Obr. 3-11 Obrazovka kanál 1-4 [1]</i> <i>Obr. 3-12 Obrazovka křivek [1]</i>	20
<i>Obr. 3-13 Obrazovka výběru [1]</i>	21
<i>Obr. 3-14 Obrazovka motor [1]</i> <i>Obr. 3-15 Obrazovka času [1]</i>	21
<i>Obr. 3-16 Obrazovka nastavení systému [1]</i> <i>Obr. 3-17 Obrazovka rozhraní [1]</i>	21
<i>Obr. 3-18 Obrazovka CF karty</i>	22
<i>Obr. 3-19 Obrazovka USB disku</i>	22
<i>Obr. 4-1 Připojení přípojky [1]</i> <i>Obr. 4-2 Připojení do zásuvky [1]</i>	23
<i>Obr. 4-3 Uzemnění [1]</i>	24
<i>Obr. 4-4 Připojení napěťového kabelu [1]</i>	24
<i>Obr. 4-5 Připojení proudového senzoru [1]</i>	24
<i>Obr. 4-6 Zapínání [1]</i>	25
<i>Obr. 4-7 Vypínání [1]</i>	25
<i>Obr. 4-8 Typ vedení [1]</i>	25
<i>Obr. 4-9 1P2W [1]</i>	26
<i>Obr. 4-10 Jiné než 1P2W [1]</i>	26
<i>Obr. 5-1 Postup zobrazení naměřených hodnot [1]</i>	27
<i>Obr. 5-2 4 zobrazené položky</i>	27
<i>Obr. 5-3 Zobrazení výkonu [1]</i>	28
<i>Obr. 5-4 Zobrazení napětí</i>	28
<i>Obr. 5-5 Zobrazení proudu</i>	29
<i>Obr. 5-6 Zobrazení rozsahu [1]</i>	29
<i>Obr. 5-7 Nastavení frekvence [1]</i>	30
<i>Obr. 5-8 Nastavení frekvence na obrazovce měření [1]</i>	30
<i>Obr. 5-9 Nastavení frekvence na obrazovce nastavení [1]</i>	30

<i>Obr. 5-10 Sloupcový graf</i>	31
<i>Obr. 5-11 Harmonický seznam [1]</i>	32
<i>Obr. 5-12 Harmonický vektor</i>	32
<i>Obr. 5-13 Oddělené zobrazení</i>	33
<i>Obr. 5-14 Zobrazení účinností [1]</i>	33
<i>Obr. 6-1 Průměrování [1]</i>	34
<i>Obr. 6-2 Funkce data hold – aktivní [1]</i>	34
<i>Obr. 6-3 Zobrazení X-Y grafu [1]</i>	35
<i>Obr. 6-4 Ilustrace konverze [1]</i>	35
<i>Obr. 6-5 Nastavení konverze [1]</i>	36
<i>Obr. 7-1 Změna nastavení systému [1]</i>	37
<i>Obr. 7-2 Resetování systému [1]</i>	37
<i>Obr. 8-1 CF karta a USB [1]</i>	38
<i>Obr. 8-2 Formátování CF karty [1]</i>	39
<i>Obr. 8-3 Výběr položek k uložení [1]</i>	40
<i>Obr. 8-4 Výběr místa uložení [1]</i>	40
<i>Obr. 8-5 Auto-saving [1]</i>	41
<i>Obr. 8-6 Ukládání průběhů</i>	41
<i>Obr. 8-7 Volba CF karty</i>	42
<i>Obr. 8-8 Přejmenování souboru</i>	42
<i>Obr. 9-1 Schéma zapojení II-článku pro měření naprázdno</i>	44
<i>Obr. 9-2 Schéma zapojení II-článku pro měření nakrátko</i>	44
<i>Obr. 9-3 Fázorový diagram pro měření naprázdno</i>	45
<i>Obr. 9-4 Průběh napětí a proudu pro měření naprázdno</i>	46
<i>Obr. 9-5 Hodnoty pro měření nakrátko</i>	46
<i>Obr. 9-6 Průběh napětí a proudu pro měření nakrátko</i>	47

1 ÚVOD

Cílem této semestrální práce bylo prostudování anglického manuálu měřicí stanice Hioki 3390 a poté vytvoření jeho zkrácené verze v českém jazyce, která obsáhne základní funkce a možnosti měřicí stanice.

Měřicí stanice Hioki 3390 je přístroj k analyzování výkonu. Přístroj je opatřen držadlem, má hmotnost necelých 5 kg, proto je lehce přenosný. Na barevném devítipalcovém displeji můžeme snadno pozorovat průběhy a výsledky měření. Výsledky měření si můžeme uložit do paměti přístroje nebo na vlastní přenosná zařízení. Dále můžeme přístroj připojit k počítači nebo tiskárně.

Před prvním použitím měřicí stanice je vhodné manuál prostudovat.

2 OBECNÝ PŘEHLED

2.1 O produktu

Měřicí stanice Hioki 3390 je velmi přesný přístroj k měření a analyzování výkonu. Všechny námi naměřené výsledky si můžeme ukládat do úložiště přístroje nebo na svoje vlastní přenosná zařízení.

2.2 Možnosti přístroje

Měření s velmi vysokou přesností

- precizní měření s rozšířenou přesností.

Poskytuje rychlé zpracování dat

Rozsáhlá analýza dat je zahrnuta v základních funkcích přístroje

- můžete si nechat zobrazit rozsáhlé analýzy pomocí X-Y grafových funkcí.

Současné analýzy všech parametrů

- slouží současně k měření a zobrazování harmonických průběhů.

Ideální k přenosu

- malý, lehký (4,8 kg) a s praktickým ručním držadlem.

Škála různých rozhraní je samozřejmostí

- USB port.
- podporuje vysokorychlostní komunikační systémy.
- slot na paměťové karty.
- podpora vysoko-kapacitních datových úložišť.

PC program

- měřicí stanici můžete připojit k počítači pomocí programu a data rovnou ukládat do PC nebo ovládat přístroj přes počítač.
- program je volně ke stažení na oficiálních stránkách Hioki. (<http://www.hioki.com>)

Barevný displej

- devíti palcový TFT LCD displej.
- snadno můžete pozorovat průběhy a grafy na obrazovce 800 x 480.

Možnost připojení k termometru nebo tiskárně

3 NÁZVY FUNKCÍ ZÁKLADNÍCH OPERACÍ A OBRAZOVKY

3.1 Názvy a funkce částí přístroje

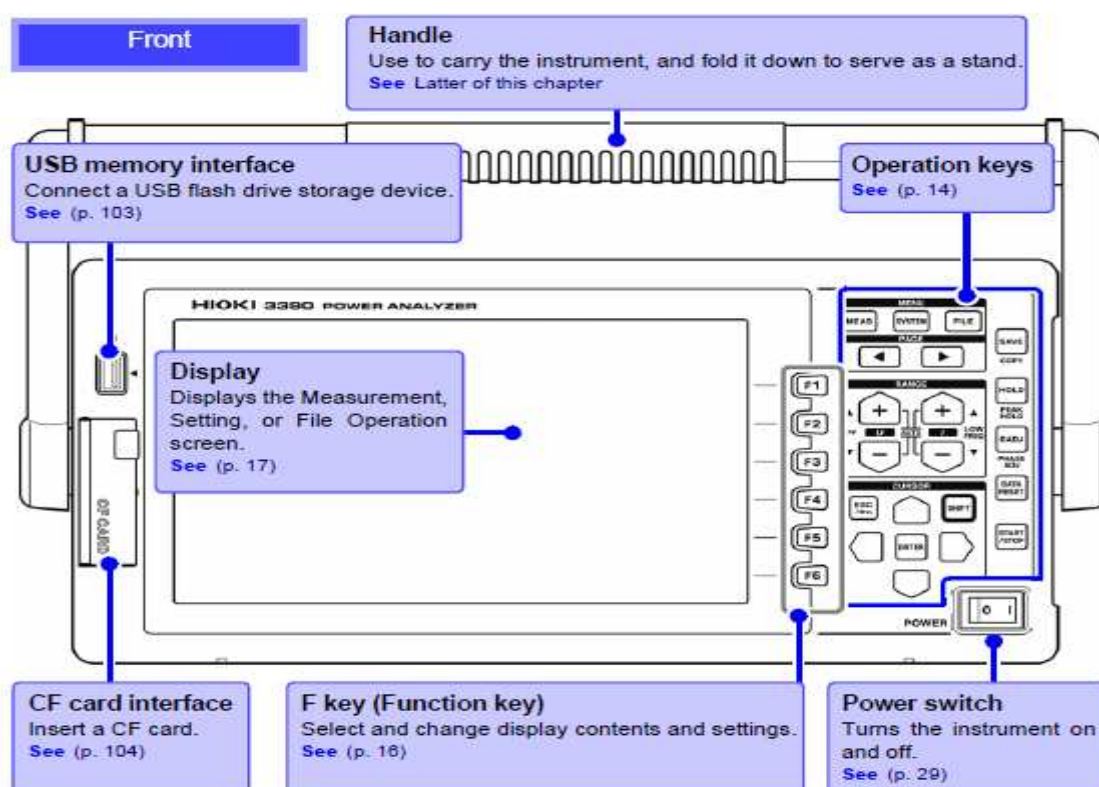
Přední strana

Držátko (Handle) – k přenášení a skládání přístroje.

USB slot (USB memory interface) – k připojení USB disku.

Displej (Display) – zobrazuje měření nebo nastavení přístroje.

Vypínač (Power switch) – k vypínání a zapínání přístroje.



Obr. 3-1 Přední strana [1]

Operační tlačítka

MENU (slouží k výběru obrazovky)

- MEAS - zobrazuje měřicí obrazovku pro výběr měřených hodnot a slouží pro nastavení rozsahů proudu a napětí.
- SYSTEM - zobrazuje nastavení pro měření.
- FILE - zobrazuje obrazovku pro operace se soubory.

PAGE

- přepne na další stranu obrazovku.

RANGE

- $U \pm$ a $I \pm$ - tlačítka ke změně rozsahu napětí a proudů.
- \pm - mačkáním obou tlačítek zároveň spustíte automatické nastavení rozsahu.

CURSOR

- ESC - slouží ke zrušení posledního nastavení a vrací do původního nastavení.
- Key-lock - slouží k uzamknutí, stačí podržet 3 sekundy (když je funkce Key-lock zapnutá, ostatní tlačítka jsou uzamčena).
- ENTER - k potvrzení změny nastavení.
- SHIFT - aktivuje další funkce.

SAVE

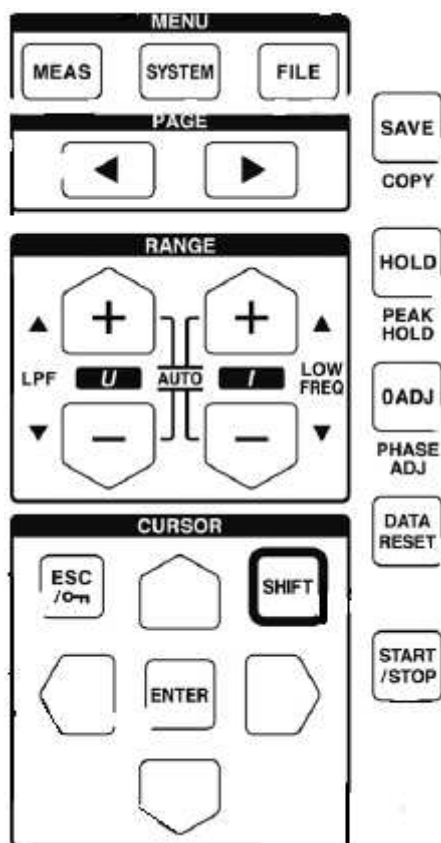
- k ukládání dat.
- současným zmáčknutím tlačítek SAVE a SHIFT můžeme uložit obrazovku.

DATE RESET

- vynuluje naměřené hodnoty.

START/STOP

- zapne a vypne operace.
- k restartování operací stačí držet tlačítko DATA RESET a přitom zmáčknout START/STOP.



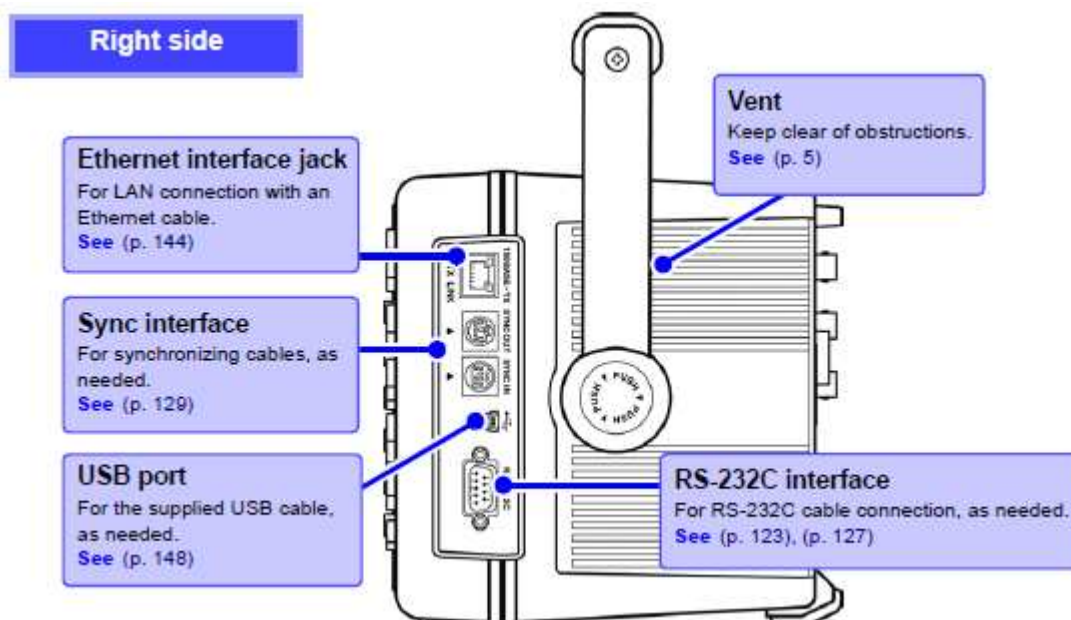
Obr. 3-2 Operační tlačítka [1]

Pravá strana

LAN rozhraní (Ethernet interface jack) – slot pro připojení LAN pomocí kabelu.

Port USB (USB port) – port pro připojení zařízení USB.

Ventilátor (Vent) – musí se udržovat průchodný.



Obr. 3-3 Pravá strana [1]

Zadní strana

Vstup (Power inlet) – pro připojení šňůry k napájení.

Vstupní napěťové kanály (Voltage input terminals) – pro připojení specifických Hioki měřicích kabelů.

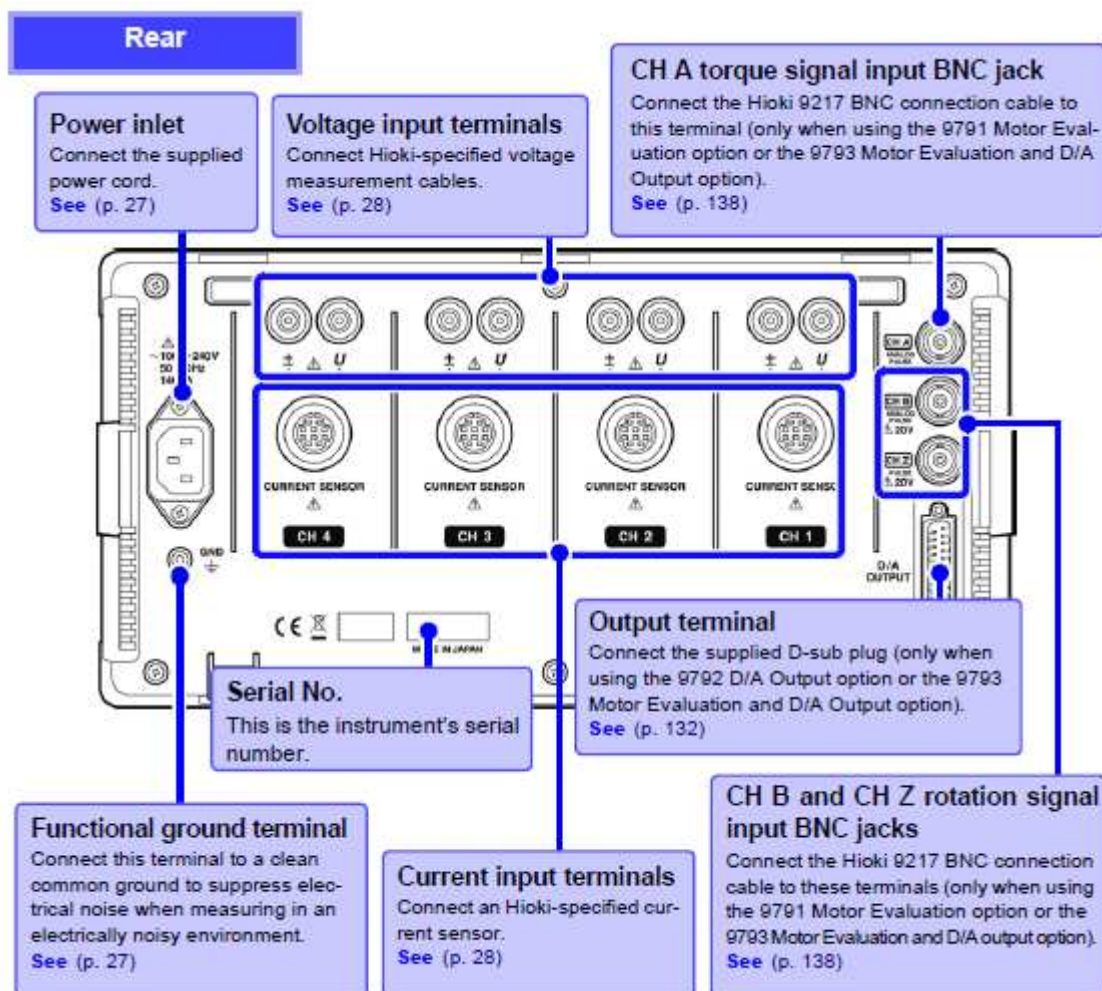
Kanál A, B a Z (CH A B Z) – k připojení Hioki 9217 kabelu.

Zemnicí terminál (Functional ground terminal) – terminál, který můžeme připojit k zemi.

Vstupní proudové kanály (Current input terminals) – k připojení Hioki proudového senzoru.

Sériové číslo (Serial No.) – výrobní číslo přístroje.

Výstupní kanál (Output terminal) – k připojení dodané D-sub zástrčky.



Obr. 3-4 Zadní strana [1]

3.2 Základní operace

Jak zvolit obrazovku

- stisknutím tlačítka MEAS, SYSTEM nebo FILE.

Jak vybrat stránku

- pomocí šipek doleva a doprava.

Pomocný komentář

- popisuje aktuální pozici kurzoru.

Jak vybrat a změnit nastavení displeje

- zmáčknutím jedním z F tlačítek.
- zobrazená funkce záleží na aktuálně zobrazené stránce.

3.3 Zobrazované položky a typy obrazovek

3.3.1 Běžné zobrazované položky

Tyto položky jsou zobrazené na každé obrazovce.

1) Ukazatel médií

- použité místo je zobrazené žlutě.
- pokud překročíte 95% kapacity, tak svítí červeně.

2) Key-lock ukazatel

- ukazuje, zda je funkce key-lock aktivní.
- podržením tlačítka po dobu 3 sekund funkci aktivujete.

3) Ukazatele rozhraní

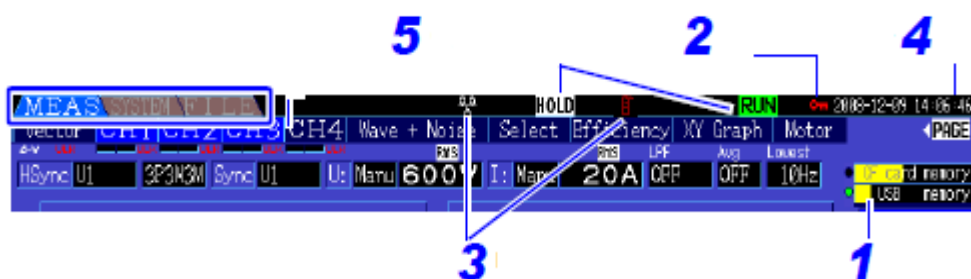
- svítí, když je přístroj spojen s PC pomocí USB kabelu.
- svítí, když je přístroj připojen k síti LAN.
- ukazuje připojenou tiskárnu.
- ukazuje připojený teploměr.

4) Hodiny

- ukazují datum a čas.

5) Stavové ukazatele

- WAIT - svítí při provádění operací a nahrávání.
- RUN - ukazuje, zda probíhá nějaká operace.
- STOP - ukazuje, že se operace zastavila.
- HOLD - ukazuje, že funkce Data Hold je aktivní.
- PEAK – ukazuje, že funkce Peak Hold je aktivní.



Obr. 3-5 Položky zobrazené na každé obrazovce [1]

3.3.2 Obrazovka měření

Tyto položky jsou zobrazené pouze na obrazovce měření.

1) Vrcholové ukazatele

- ukazatele se zobrazují červeně na spodní straně každého kanálu.
- zobrazují, zda jsou napětí a proudy v daném rozsahu.

2) Způsob vedení

- ukazuje vybraný způsob vedení.

3) Rozsah proudu/napětí

- ukazuje nastavení proudů a napětí.
- nastavení probíhá pomocí RANGE tlačítek.
- když je rozsah nastaven manuálně, zobrazí se MANU.
- pokud není automatické nastavení rozsahu povoleno, zobrazí se AUTO.

4) Filtr dolní propusti

- zobrazuje nastavení filtru.
- pokud chceme změnit, stačí držet SHIFT a současně mačkat LPF tlačítka.

5) Průměr

- zobrazuje stav nastavení průměrování.
- nastavíte na obrazovce nastavení.

6) Spodní limit měření

- zobrazuje dolní měřicí limit.
- pokud chcete změnit, podržíme SHIFT a současně mačkat LOW FREQ tlačítka.

7) Původ synchronizace

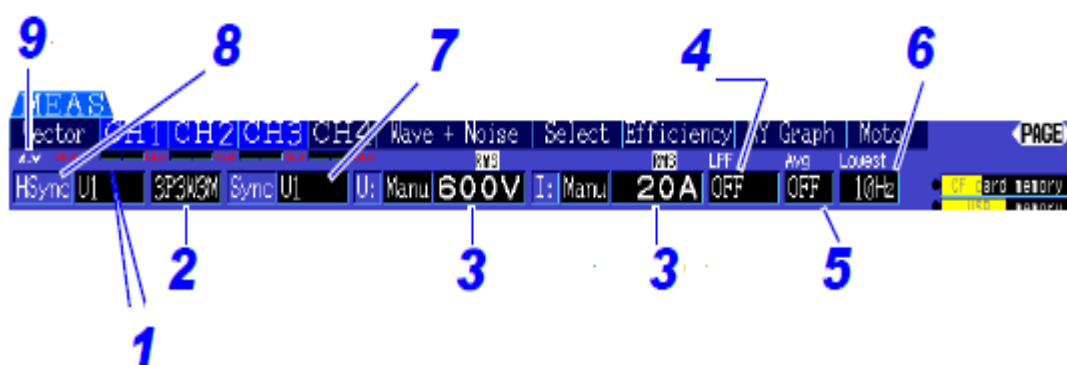
- ukazuje původ synchronizace signálu, který určuje periodu, která se používá k základním výpočtům.
- nastavíte na vstupní obrazovce nastavení.

8) Harmonická synchronizace

- ukazuje signál používaný k harmonickým měřením

9) Konverze trojúhelník-hvězda

- naznačuje, zda je konverze možná.



Obr. 3-6 Položky zobrazené na obrazovce měření [1]

3.3.3 Typy obrazovek

Obrazovka měření

Zobrazíte stisknutím tlačítka MEAS.

Vektor – stránka zobrazuje měřené napětí, proudy a výkon na kanálech 1 až 4 jako číselné hodnoty a jako vektory.

Motor – stránka zobrazuje naměřené hodnoty pro rozbor motoru.



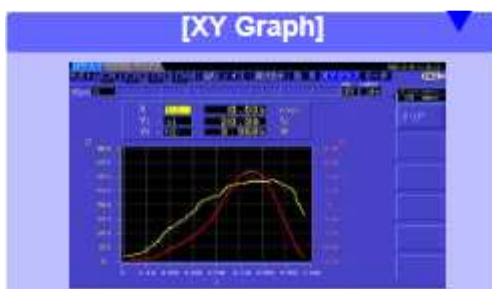
Obr. 3-7 Obrazovka motor [1]



Obr. 3-8 Obrazovka vektor [1]

XY Graf – stránka zobrazuje parametry naměřených X-Y grafů.

Účinnost – stránka zobrazuje číselné hodnoty účinnosti a ztrát.



Obr. 3-9 Obrazovka účinnosti [1]



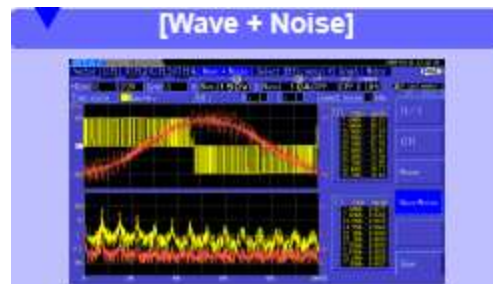
Obr. 3-10 Obrazovka XY graf [1]

Kanál 1-4 – stránka zobrazuje naměřené hodnoty proudů, napětí a poskytuje přístup ke grafům a seznamům pro každý kanál.

Křivky – stránka zobrazuje křivky napětí a proudů. Křivky si můžeme uložit.



Obr. 3-11 Obrazovka kanál 1-4 [1]



Obr. 3-12 Obrazovka křivek [1]

Výběr – na této stránce si můžete vybrat parametr, který chceme zobrazit.



Obr. 3-13 Obrazovka výběru [1]

Obrazovka nastavení

Zobrazíte stisknutím tlačítka SYSTEM.

Motor – stránka související s měřením motoru.

Čas – stránka k nastavení časových měřičů.



Obr. 3-14 Obrazovka motor [1]



Obr. 3-15 Obrazovka času [1]

System – stránka k nastavení systému a k resetování systému.

Rozhraní – stránka k ukládání dat a nastavení rozhraní.

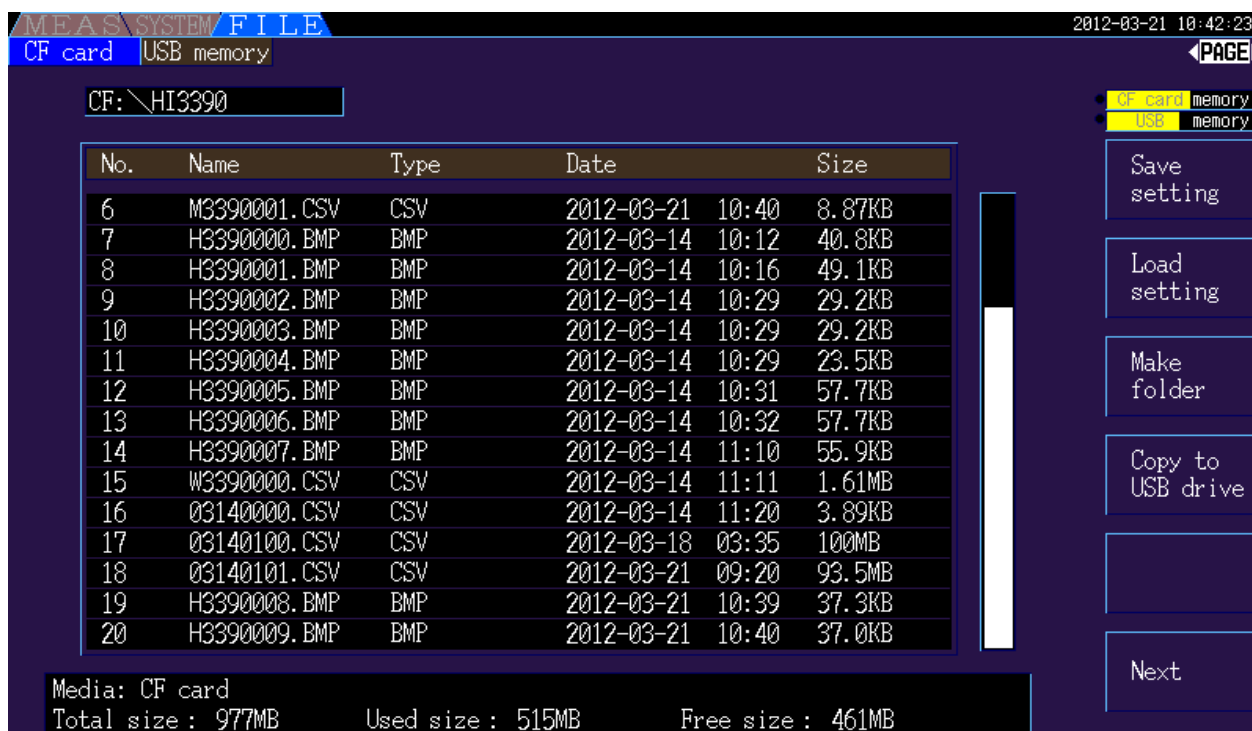


Obr. 3-16 Obrazovka nastavení systému [1] Obr. 3-17 Obrazovka rozhraní [1]

Obrazovka souborů

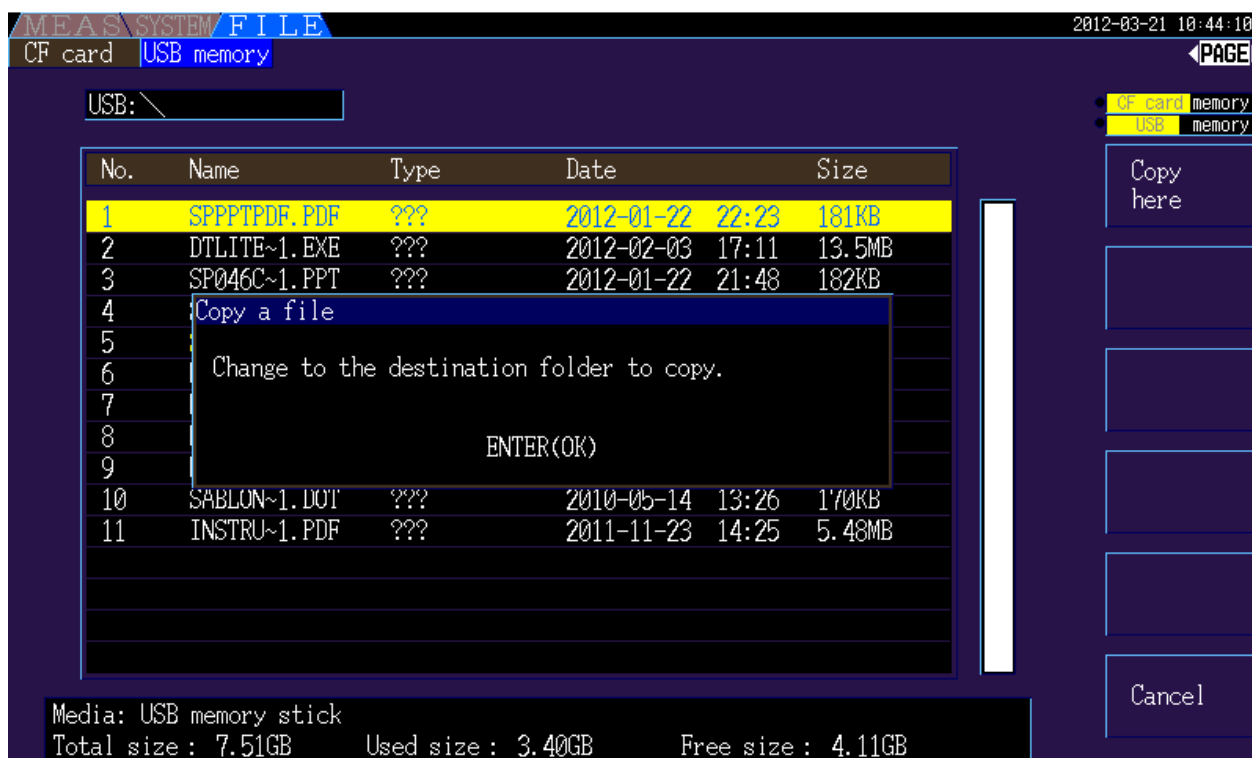
Zobrazíte stisknutím tlačítka FILE.

CF karta – tato stránka zobrazí soubory na CF kartě.



Obr. 3-18 Obrazovka CF karty

USB – tato stránka zobrazí soubory na USB disku.



Obr. 3-19 Obrazovka USB disku

4 PŘÍPRAVY PŘED MĚŘENÍM

4.1 Kontrola před měřením

Předtím než použijete přístroj poprvé, ověřte, zda pracuje normálně a zda nedošlo k poškození přístroje během dopravy. Jestli nějaké poškození objevíte, kontaktujte vašeho dodavatele.

1) Kontrola před připojením

Prohlédněte napěťové kabely

- jestli je některý z kabelů poškozen, kabel nepoužívejte, hrozí nebezpečí úrazu.

Zkontrolujte proudové senzory

- jestli je některá ze svorek prasklá nebo jinak poškozená, kontaktujte svého prodejce.

Prohlédněte celý přístroj

- v případě viditelného poškození, kontaktujte svého prodejce.

2) Potvrzení funkčnosti přístroje

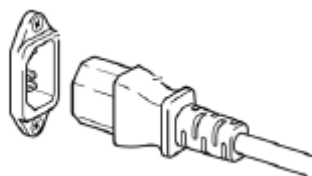
- pokud po zapojení přístroje do sítě nesvítí úvodní obrazovka, napájecí přípojka je poškozena nebo má přístroj vnitřní poruchu.
- pokud se na obrazovce zobrazí error, přístroj může mít vnitřní poruchu.

V případě dalších problémů kontaktujte svého prodejce.

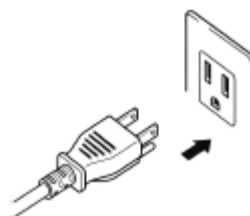
4.2 Připojení napájecí přípojky

Postup připojení

- 1) Zkontrolujte, zda je vypínač vypnutý.
- 2) Používejte jen takový zdroj elektrické energie, který se shoduje s vyznačeným napětím na přístroji.
- 3) Připojte přístroj k síti.



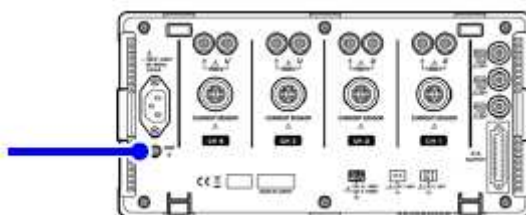
Obr. 4-1 Připojení přípojky [1]



Obr. 4-2 Připojení do zásuvky [1]

4.3 Uzemnění přístroje

Připojte funkční zemnicí terminál k zemi, abyste potlačili nežádoucí efekty během měření.

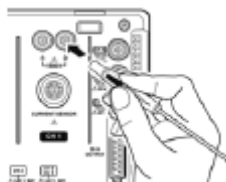


Obr. 4-3 Uzemnění [1]

4.4 Připojení napěťových měřících kabelů

Postup připojení

Zastrčte kabely do příslušných konektorů.



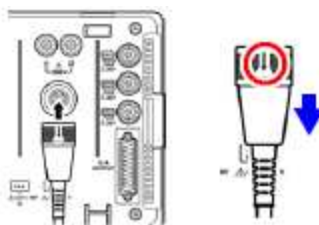
Obr. 4-4 Připojení napěťového kabelu [1]

4.5 Připojení proudových senzorů

Připojte kabely napěťových senzorů do příslušných konektorů.

Až uslyšíte cvaknutí, kabel je připojen.

K odpojení kabelu musíte nejprve kabel odemknout. To uděláme tak, že z jeho konce odsuneme plastový kryt a poté kabel odpojíme.



Obr. 4-5 Připojení proudového senzoru [1]

4.6 Zapínání a vypínání přístroje

Než přístroj zapnete, napěťová přípojka a další měřící kabely musí být k přístroji připojeny.

Zapínání

Přepněte vypínač do polohy zapnuto (I).

Přístroj provede desetisekundový spouštěcí test.

Po skončení testu se objeví obrazovka nastavení.

Pokud test dopadne neúspěšně, postupujte následovně:

- 1) Zastavte měření, odpojte měřicí kabely z měřeného objektu a vypněte přístroj.
- 2) Odpojte z přístroje napěťovou přípojku a všechny další kabely.
- 3) Kontaktujte svého prodejce.

Pro nejlepší výsledky přístroj zapněte 30 minut před začátkem měření.



Obr. 4-6 Zapínání [1]

Vypínání

Přepněte vypínač do polohy vypnuto (O).



Obr. 4-7 Vypínání [1]

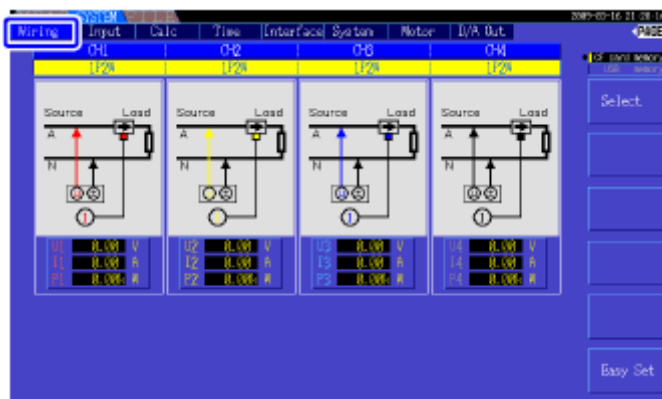
4.7 Výběr typu vedení

Jak otevřít obrazovku vedení

- zmáčkněte tlačítko SYSTEM a zvolte typ vedení pomocí šipek.

Jak vybrat vedení

- zmáčkněte tlačítko F1 (nebo ENTER) k zobrazení menu.
- vyberte typ vedení.
- k potvrzení výběru zmáčkněte F1 (nebo ENTER).
- ke zrušení zmáčkněte F6 (nebo ESC).



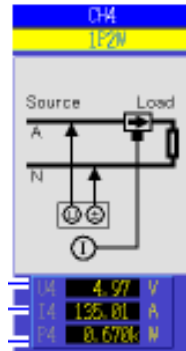
Obr. 4-8 Typ vedení [1]

4.8 Ověření správného typu vedení

Správné připojení je důležité pro přesné měření.

Pro systémy 1P2W

Ověřte, že jsou zobrazeny příslušné hodnoty.

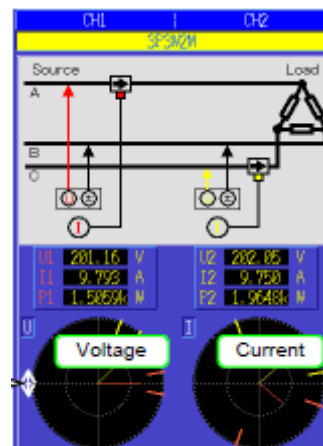


Obr. 4-9 1P2W [1]

Pro jiné systémy než 1P2W

Ověřte, že jsou zobrazeny příslušné hodnoty.

Ověřte, že vektory jsou zobrazeny v přiměřeném rozsahu.



Obr. 4-10 Jiné než 1P2W [1]

5 ZOBRAZENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

Následující postup zobrazí naměřené hodnoty.

5.1 Postup zobrazení naměřených hodnot

- zmáčknete tlačítko MEAS.
- pomocí šipek vyberte kanál.
- pomocí F tlačítek vyberte veličiny, které chcete nechat zobrazit.



Obr. 5-1 Postup zobrazení naměřených hodnot [1]

Výběr položky k zobrazení

- pomocí šipek zobrazte stránku výběru.
- tlačítkem F vyberte počet položek, které chcete nechat zobrazit na jedné stránce.



Obr. 5-2 4 zobrazené položky

Na displeji si můžete nechat zobrazit 4, 8, 16 nebo 32 položek.

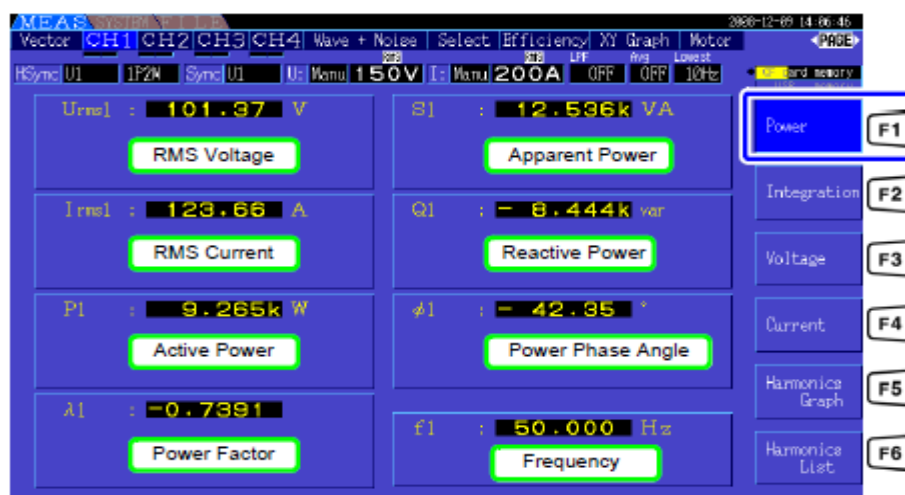
5.2 Zobrazení naměřeného výkonu a změna nastavení měření

5.2.1 Zobrazení u měření výkonu

Zmáčkněte tlačítko MEAS, vyberte obrazovku měření a zvolte příslušný kanál pomocí šipek.

Zobrazení výkonu

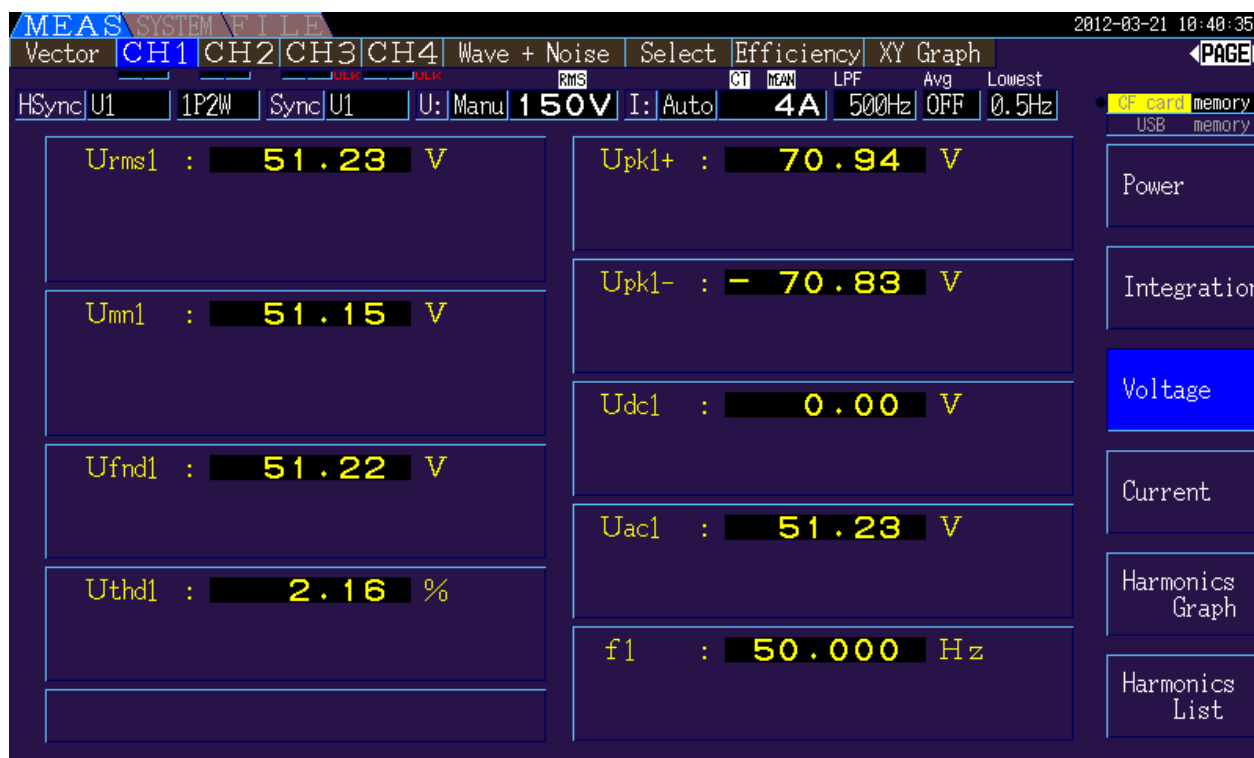
Zmáčkněte tlačítko F1.



Obr. 5-3 Zobrazení výkonu [1]

Zobrazení napětí

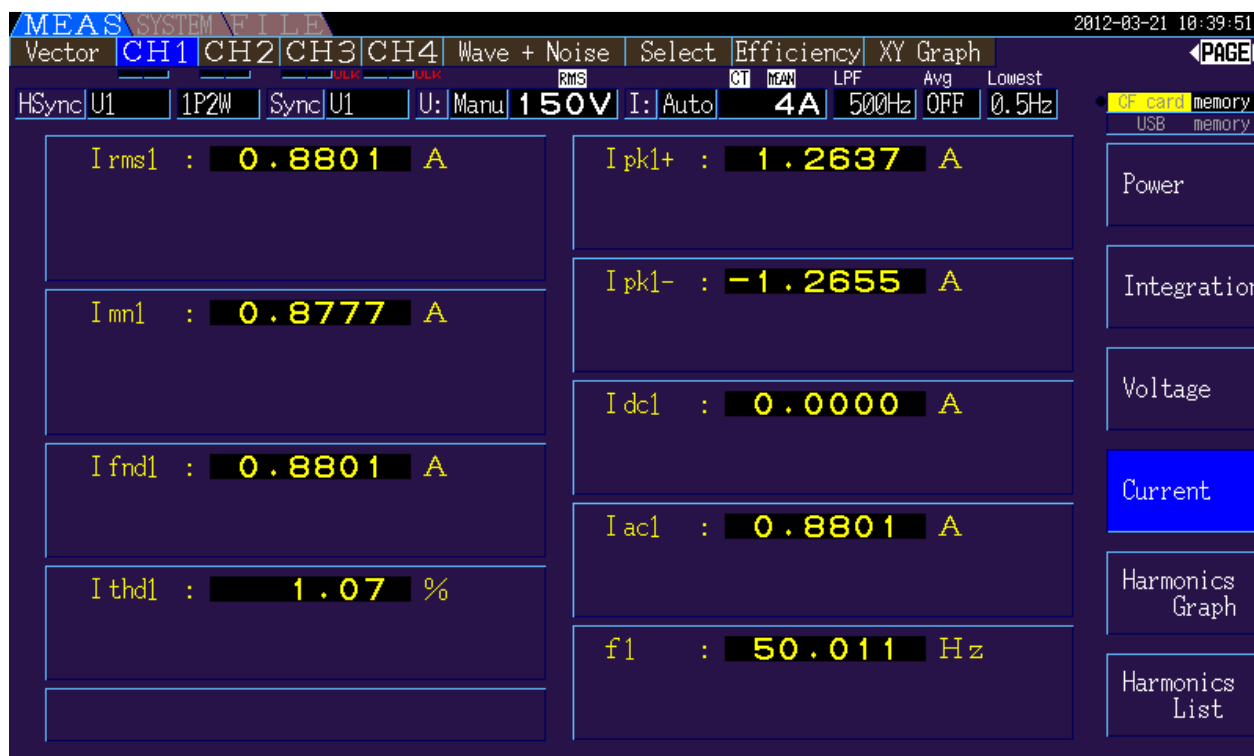
Zmáčkněte tlačítko F3.



Obr. 5-4 Zobrazení napětí

Zobrazení proudu

Zmáčkněte tlačítko F4.



Obr. 5-5 Zobrazení proudu

5.2.2 Výběr rozsahů

Jestli překročíte maximální stanovený rozsah, ihned měření přerušete a měřený objekt odpojte.

Při pokračování v měření můžete způsobit poškození přístroje nebo si přivodit zranění.

Možnosti nastavení rozsahu

1) Manuálně

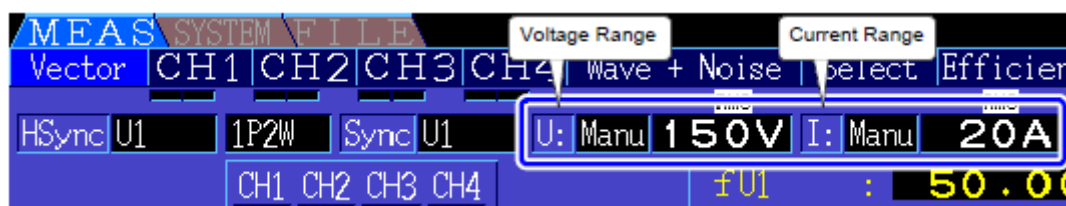
- zmáčkněte tlačítko RANGE + nebo – a nastavte požadovaný rozsah.

2) Automaticky

- zmáčkněte RANGE a současně tlačítka + a –.

Zobrazení rozsahu

Zvolený rozsah je zobrazen na obrazovce měření. Když byl rozsah nastaven ručně, na obrazovce vidíme Manu, když byl rozsah nastavený automaticky, vidíme nápis Auto.



Obr. 5-6 Zobrazení rozsahu [1]

5.2.3 Nastavení měření frekvence

Když není měření možné (frekvence mimo 0.5 Hz až 5 kHz), zobrazí se “0.0000 Hz“.

Zmáčknete tlačítko SYSTEM, pomocí šipek vyberte stránku Input a zvolte frekvenci pomocí F tlačítek.



Obr. 5-7 Nastavení frekvence [1]

Nastavení nejnižší měřené frekvence na obrazovce měření

Nastavení je možné provádět na všech měřících obrazovkách.

Zmáčknete tlačítko MEAS, poté SHIFT a pomocí tlačítek LOW FREQ + nebo - nastavíte frekvenci.



Obr. 5-8 Nastavení frekvence na obrazovce měření [1]

Nastavení nejnižší měřené frekvence na obrazovce nastavení

Zmáčknete tlačítko MEAS, poté pomocí šipek zobrazíte záložku Input, najed'te na pole Lowest freq a pomocí F tlačítek vyberte frekvenci.



Obr. 5-9 Nastavení frekvence na obrazovce nastavení [1]

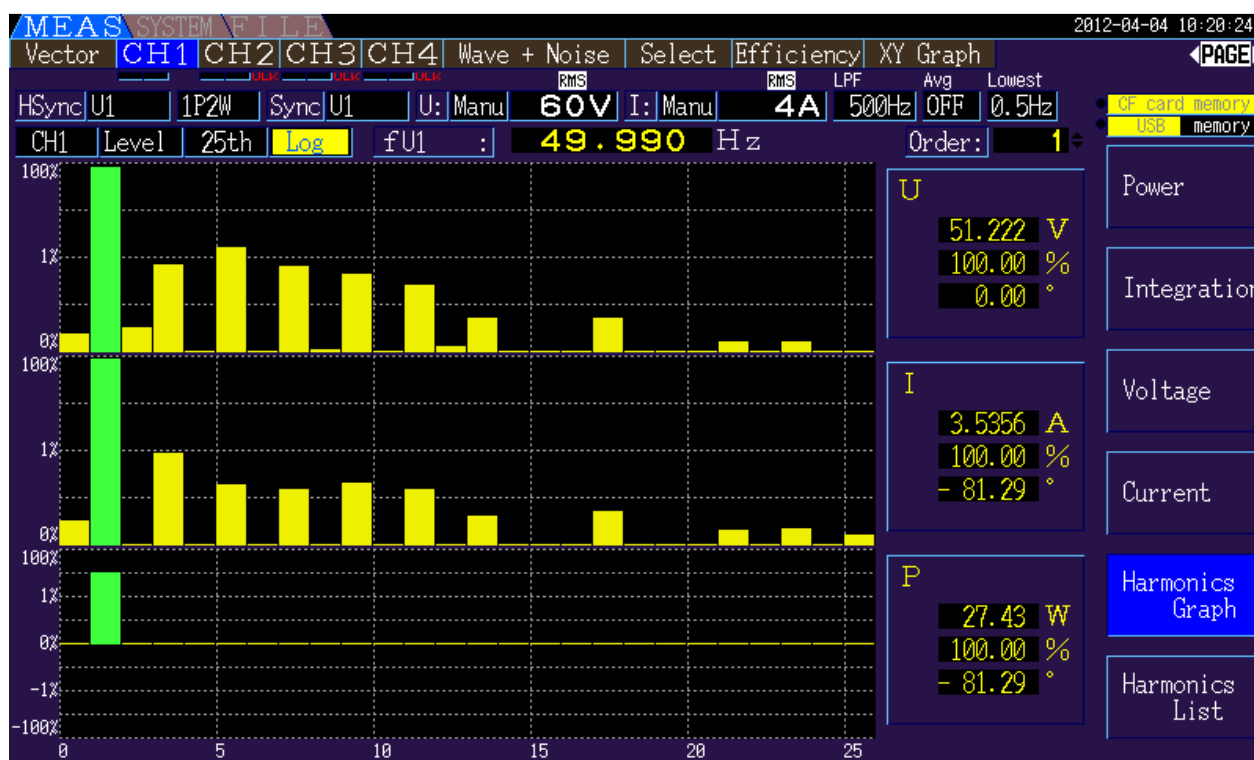
5.3 Zobrazení harmonických naměřených hodnot

5.3.1 Zobrazení sloupcových grafů

Výsledky harmonických analýz napětí, proudů a výkonů mohou být zobrazeny jako sloupcový graf. Číselné hodnoty jsou také zobrazeny.

Zmáčkněte tlačítko MEAS k zobrazení obrazovky měření.

Pomocí šipek zvolte požadovaný kanál a zmáčkněte F5.



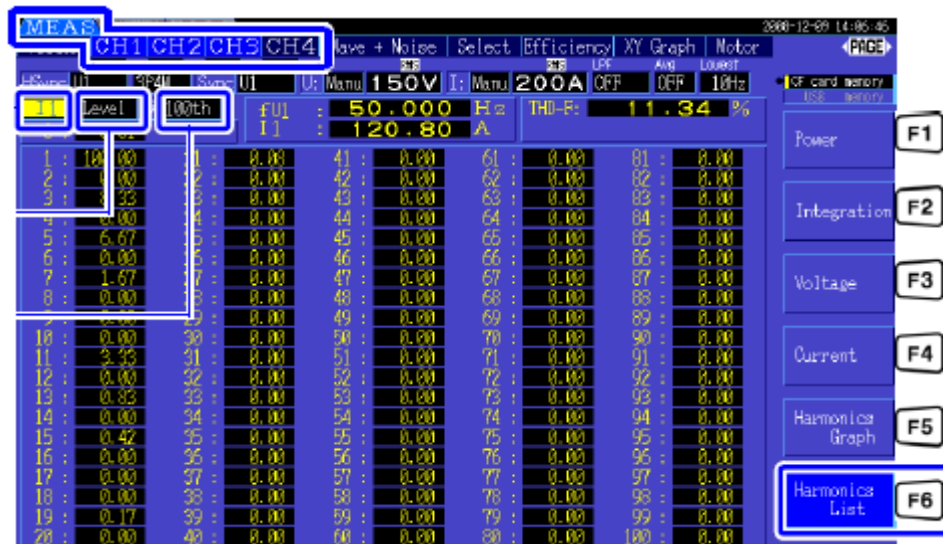
Obr. 5-10 Sloupcový graf

5.3.2 Zobrazení harmonického seznamu

Výsledky harmonických analýz napětí, proudů a výkonů mohou být zobrazeny jako seznam.

Zmáčkněte tlačítko MEAS k zobrazení obrazovky měření.

Pomocí šipek zvolte požadovaný kanál a zmáčkněte F6.

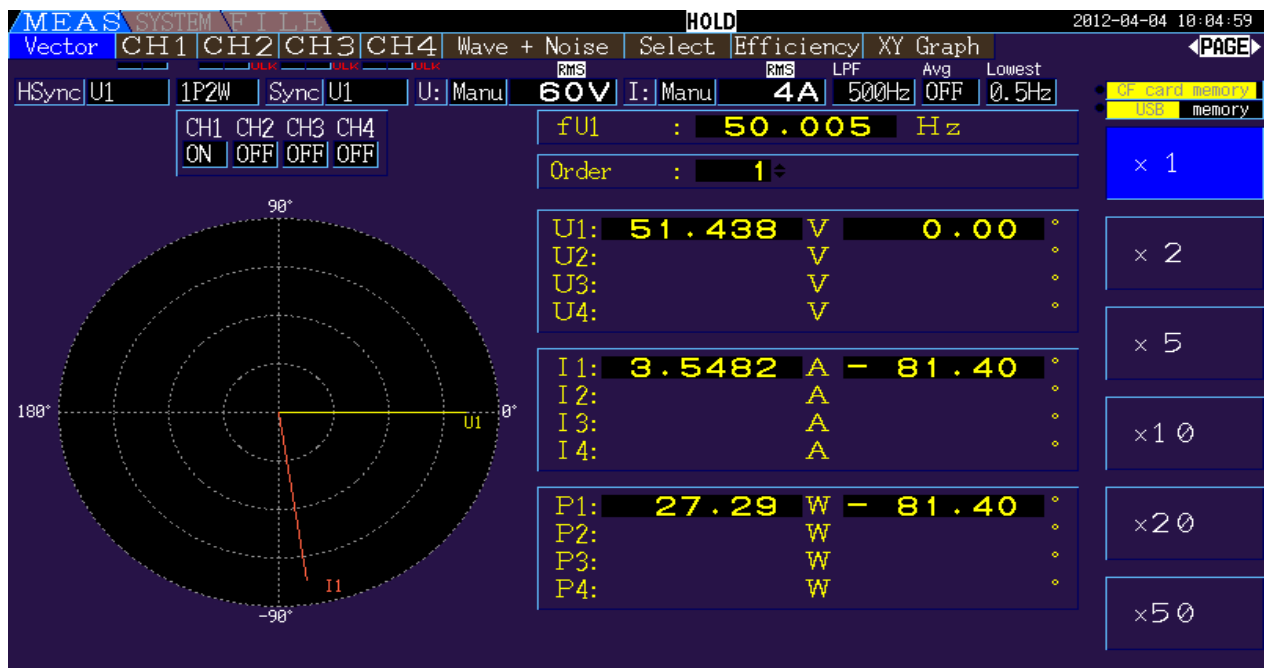


Obr. 5-11 Harmonický seznam [1]

5.3.3 Zobrazení harmonických vektorů

Napětí, proud a fázový úhel jsou zobrazeny vektorově a ukazují fázový posuv mezi napětím a proudem. Číselné hodnoty jsou také zobrazeny.

Pro zobrazení zmáčknete tlačítko MEAS a poté šipkami vyberte stránku vektor.



Obr. 5-12 Harmonický vektor

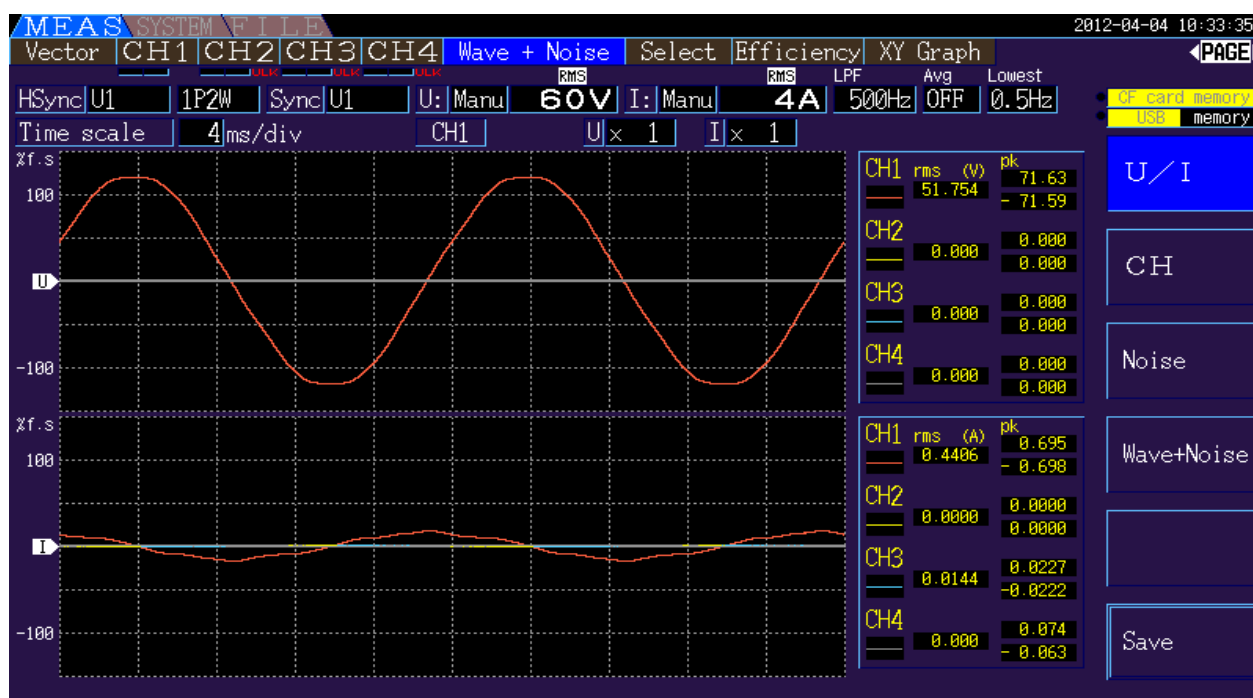
5.4 Prohlížení průběhů

5.4.1 Zobrazení průběhů

Průběhy napětí a proudů měřených na 4 kanálech můžeme zobrazit odděleně podle napětí, proudu nebo kanálu.

Oddělené zobrazení napět'ových a proudových průběhů

Zmáčkněte tlačítko MEAS, pomocí šipek vyberte obrazovku křivek a pomocí F1 vyberte možnost U/I.

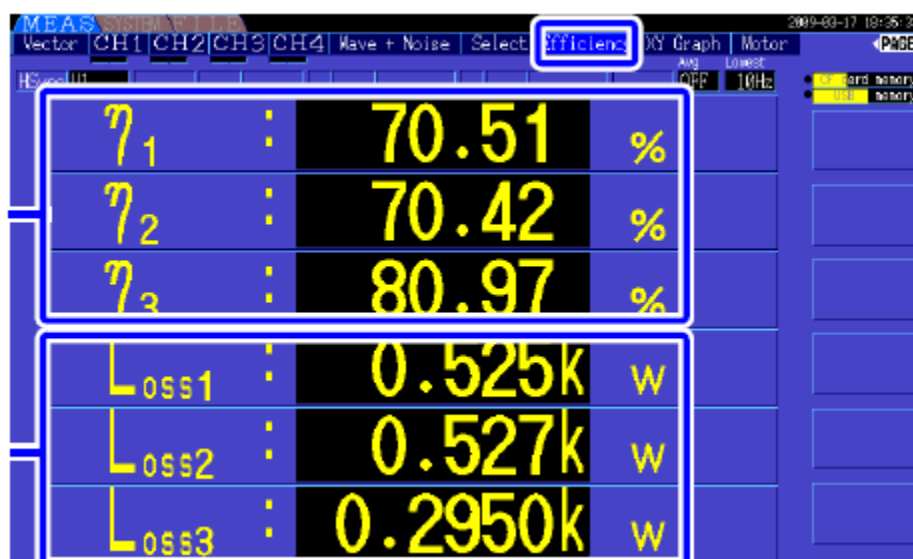


Obr. 5-13 Oddělené zobrazení

5.5 Prohlížení naměřených hodnot účinností

Zobrazení účinností

Zmáčkněte tlačítko MEAS a poté pomocí šipek vyberte stránku účinnost.



Obr. 5-14 Zobrazení účinností [1]

6 OPERAČNÍ FUNKCE

6.1 Funkce průměrování

Nastavení průměrování

Zmáčkněte tlačítko SYSTEM a pomocí šipek vyberte stránku Calc.

Poté pomocí šipek vyberte pole Averaging a potvrďte pomocí F tlačítek.



Obr. 6-1 Průměrování [1]

F1 – OFF – průměrování je vypnuto.

F2 – FAST – průměrování je zapnuto, čas odezvy je 0.2 s.

F3 – MID – průměrování je zapnuto, čas odezvy je 1.0 s.

F4 – SLOW – průměrování je zapnuto, čas odezvy je 5.0 s.

6.2 Funkce data hold

Zmáčknutím tlačítka HOLD znemožníte aktualizování všech měřených hodnot a průběhů.

Když je funkce data hold aktivní, zobrazí se nápis HOLD a tlačítko HOLD svítí červeně.



Obr. 6-2 Funkce data hold – aktivní [1]

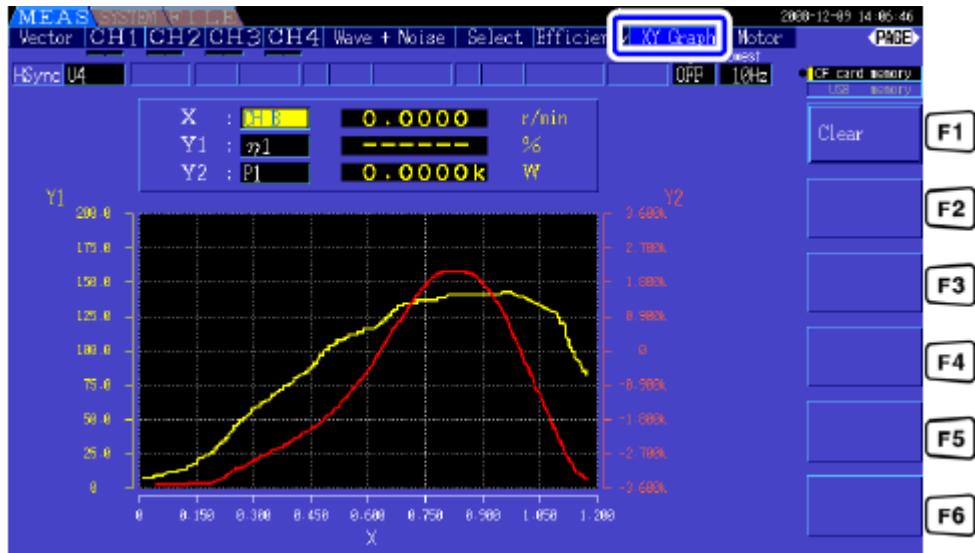
Zmáčknutím tlačítka HOLD znovu se data aktualizují nakonec měřeného intervalu.

Když chcete funkci zrušit, zmáčkněte tlačítko SHIFT a poté HOLD.

6.3 Funkce X-Y graf

Zobrazení X-Y grafu

Zmáčkněte tlačítko MEAS a poté pomocí šipek vyberte stránku XY graf.

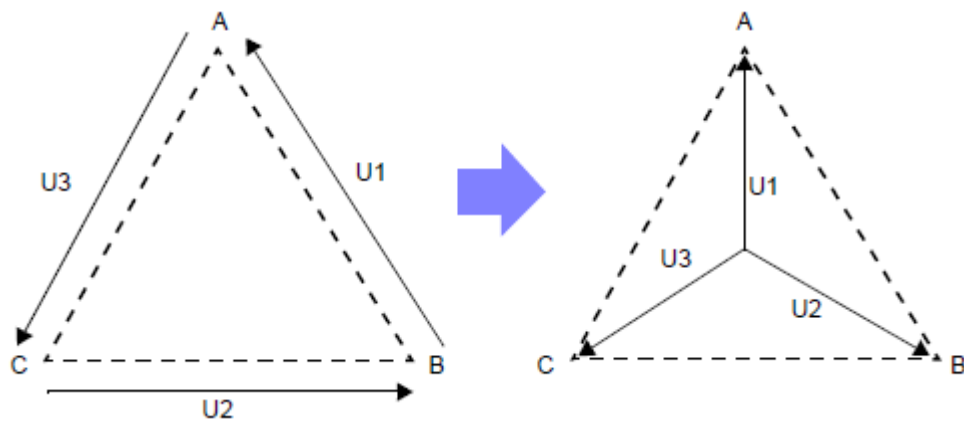


Obr. 6-3 Zobrazení X-Y grafu [1]

Tlačítkem F1 graf vymažete.

6.4 Konverze Δ -Y

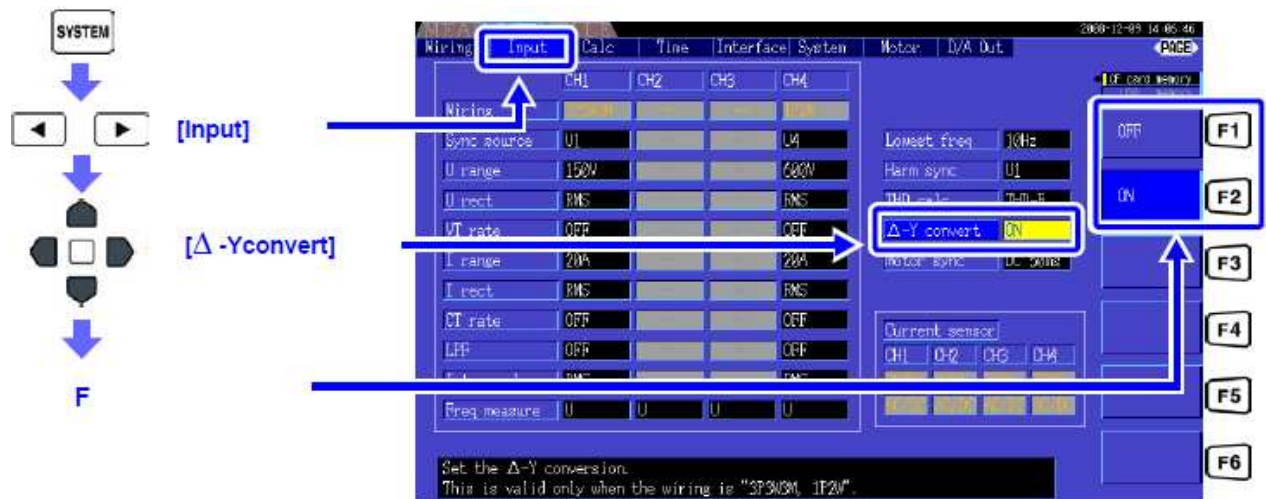
Ilustrace konverze



Obr. 6-4 Ilustrace konverze [1]

Nastavení konverze

Zmáčkněte tlačítko SYSTEM, pomocí šipek vyberte stránku Input a poté pomocí F tlačítek zapnete konverzi.



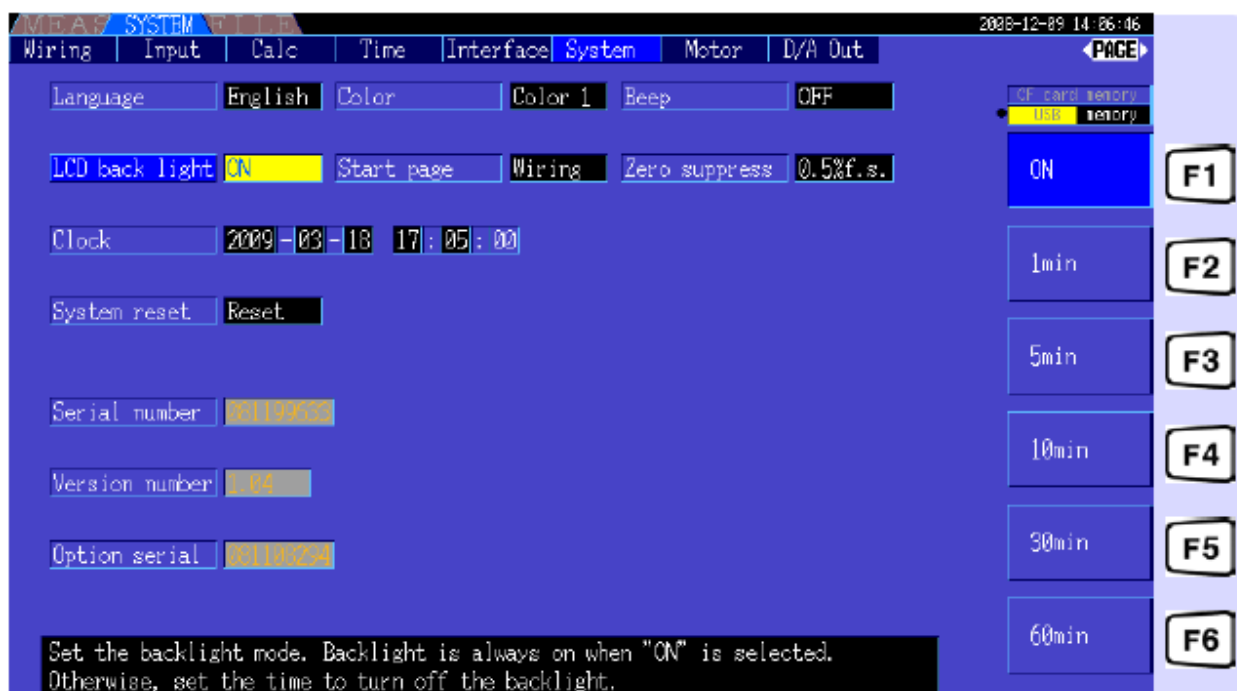
Obr. 6-5 Nastavení konverze [1]

7 ZMĚNA NASTAVENÍ SYSTÉMU

Na stránce systém se můžete podívat na informace o verzi přístroje, změnit jazyk, nastavit barvu obrazovky atd.

K zobrazení stránky systém zmáčkněte tlačítko SYSTEM a pomocí šipek stránku vyberte.

Požadovanou položku vyberte pomocí šipek a poté pomocí F tlačítek změňte nastavení.

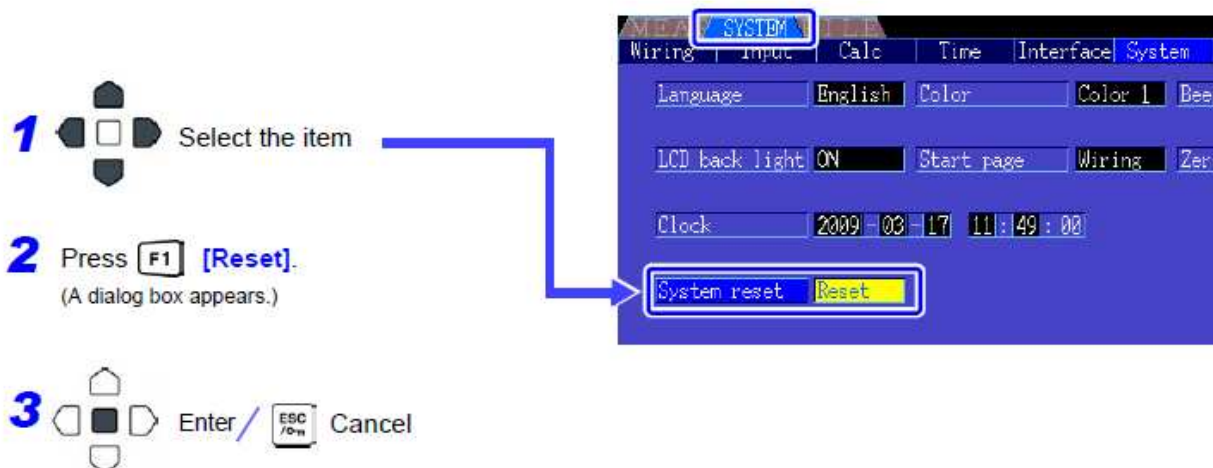


Obr. 7-1 Změna nastavení systému [1]

Resetování systému

Jestli-že přístroj nefunguje správně, můžete provést reset systému.

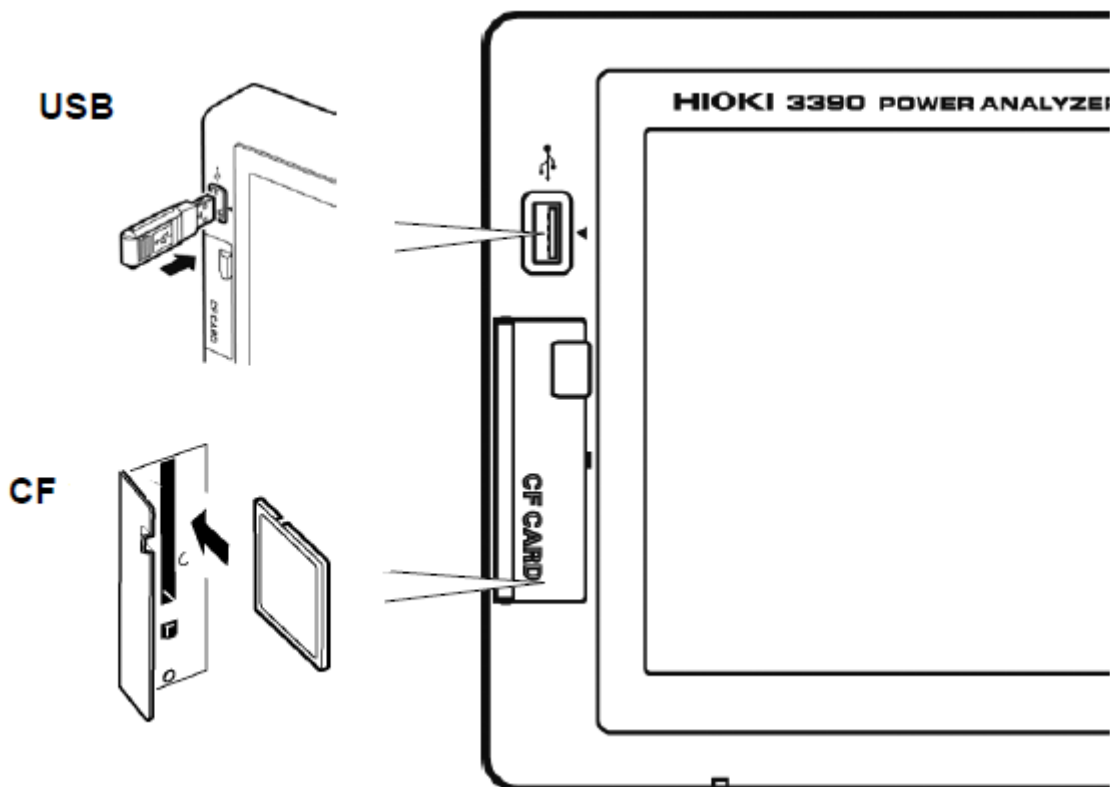
Pomocí šipek vyberte položku System reset a zmáčkněte F1. Poté tlačítkem ENTER potvrďte nebo tlačítkem ESC zrušte.



Obr. 7-2 Resetování systému [1]

8 UKLÁDÁNÍ DAT A OPERACE SE SOUBORY

Přístroj umožňuje ukládání nastavení, naměřených hodnot, naměřených průběhů a obrázků obrazovek buď na CF kartu nebo na USB disk.



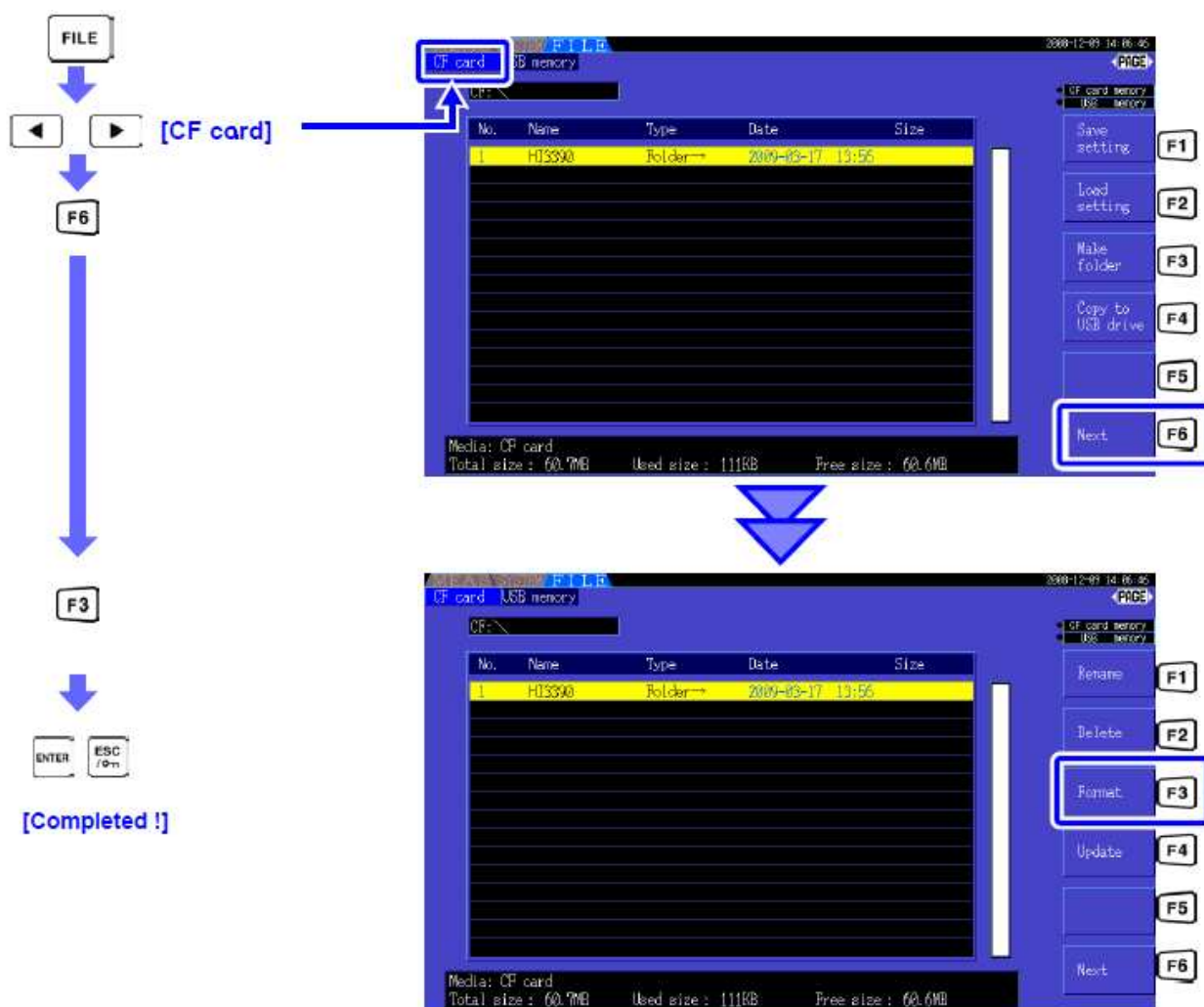
Obr. 8-1 CF karta a USB [1]

Používejte pouze CF karty prodané výrobcem Hioki. Karty od jiných výrobců nemusí fungovat správně.

8.1 Formátování CF karty

Postup:

- vložte kartu.
- zmáčkněte tlačítko FILE.
- pomocí šipek zvolte stránku CF card.
- zmáčkněte tlačítko F6.
- tlačítkem F3 zvolte možnost Format.
- tlačítkem ENT formátování potvrďte nebo pomocí tlačítka ESC zrušte.
- až bude formátování dokončeno, zobrazí se hláška “completed!”.



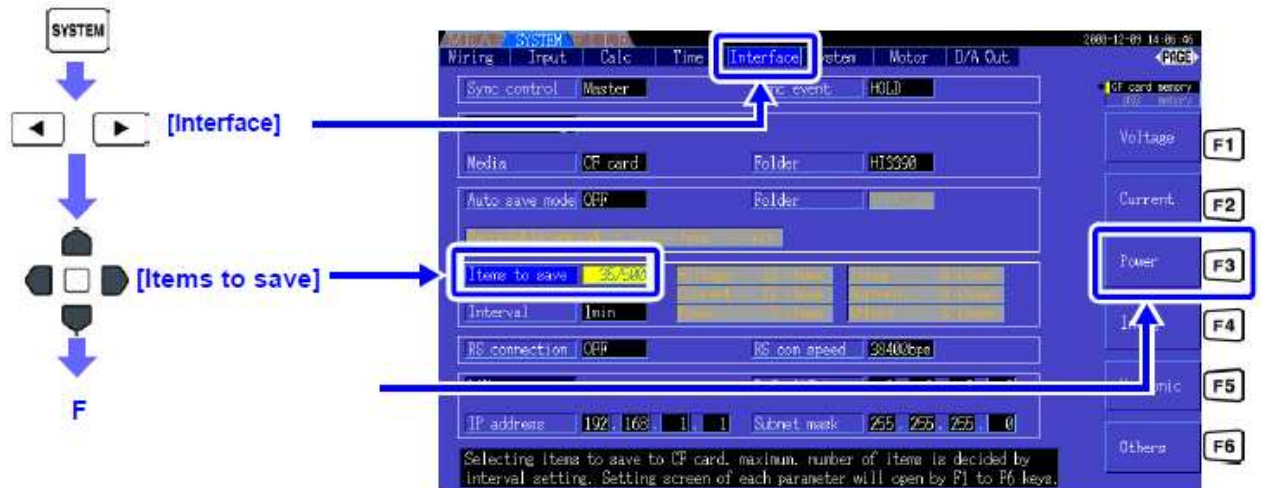
Obr. 8-2 Formátování CF karty [1]

8.2 Ukládání naměřených dat

Naměřené data můžeme uložit buď manuálně nebo automaticky. Soubory budou uloženy ve formátu *.csv.

8.2.1 Výběr položek, které chcete uložit

Zmáčkněte tlačítko **SYSTEM**, pomocí šipek vyberte stránku rozhraní, vyberte pole **Items to save** a pomocí **F** tlačítek vyberte data, které chcete uložit.



Obr. 8-3 Výběr položek k uložení [1]

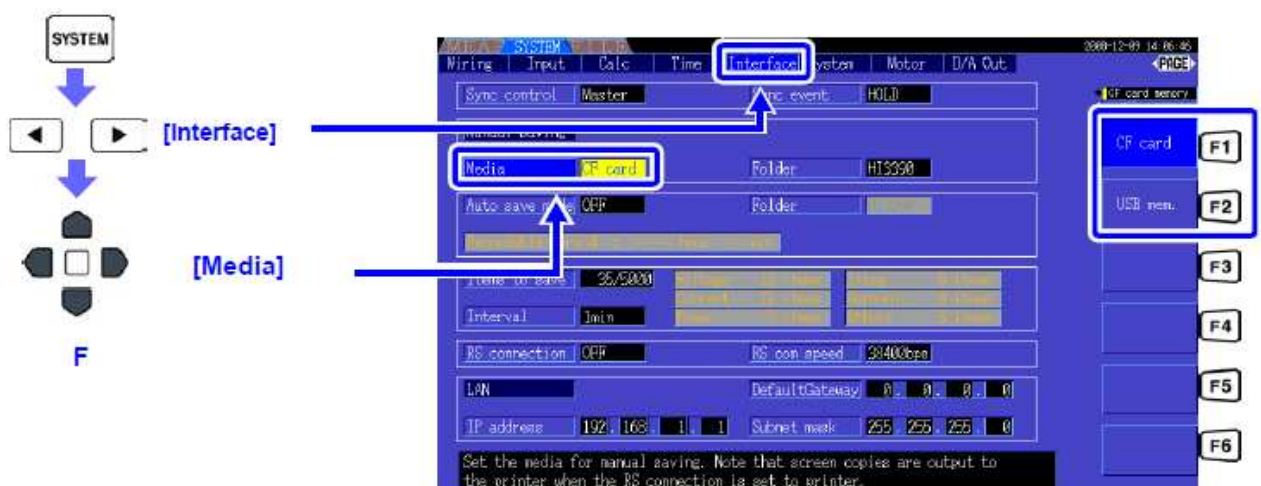
8.2.2 Manuální ukládání dat

Postup:

- vyberte položky, které chcete uložit.
- vyberte místo, kde chcete nechat soubory uložit.
- zmáčknete tlačítko SAVE.

Výběr místa k uložení souborů

Zmáčknete tlačítko SYSTEM, pomocí šipek vyberte stránku rozhraní, zvolte pole Media a pomocí F tlačítek zvolte místo uložení.



Obr. 8-4 Výběr místa uložení [1]

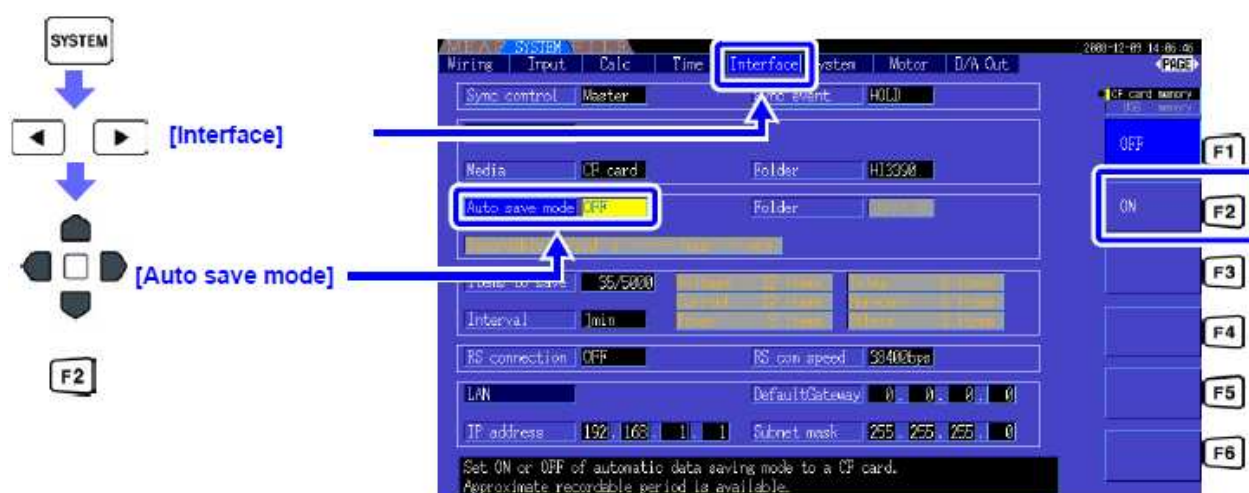
8.2.3 Automatické ukládání dat

Postup:

- vyberte položky, které chcete uložit.
- aktivujte funkci auto-saving.
- zmáčkněte tlačítko START/STOP pro uložení.

Aktivace funkce auto-saving

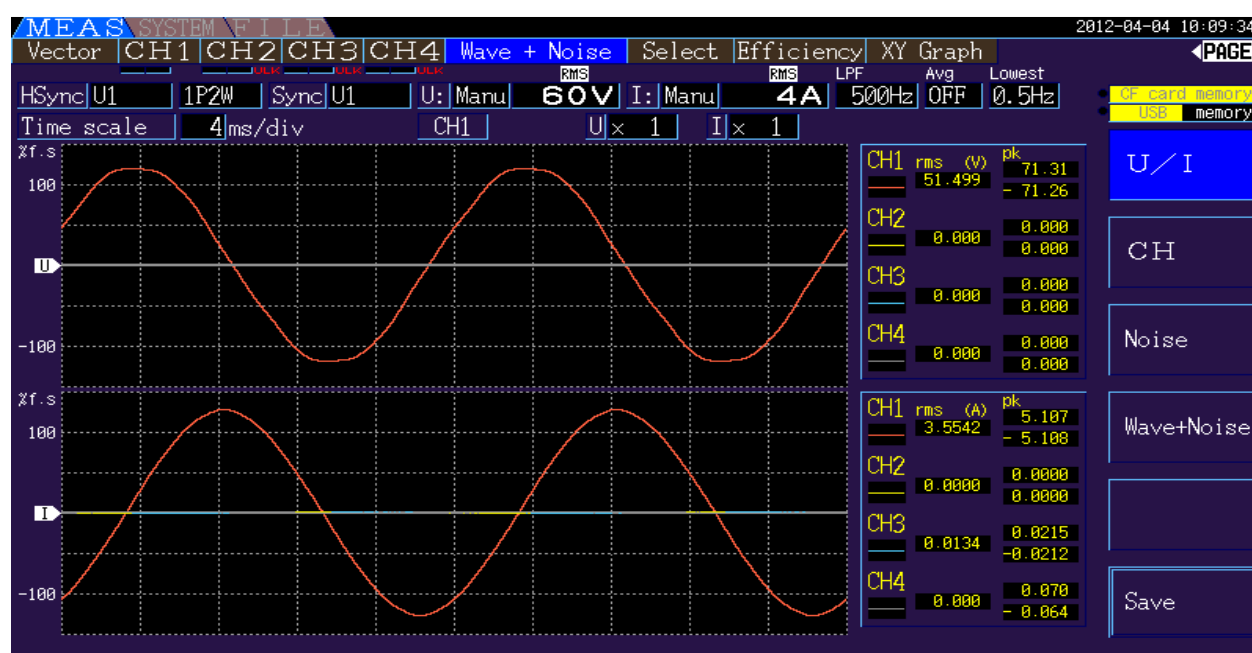
Zmáčkněte tlačítko SYSTEM, pomocí šipek vyberte stránku rozhraní, zvolte pole Auto save mode a pomocí tlačítka F2 funkci zapněte.



Obr. 8-5 Auto-saving [1]

8.3 Ukládání průběhů

Zmáčkněte tlačítko MEAS, vyberte stránku křivek a tlačítkem F6 průběhy uložte.



Obr. 8-6 Ukládání průběhů

8.4 Ukládání nastavení

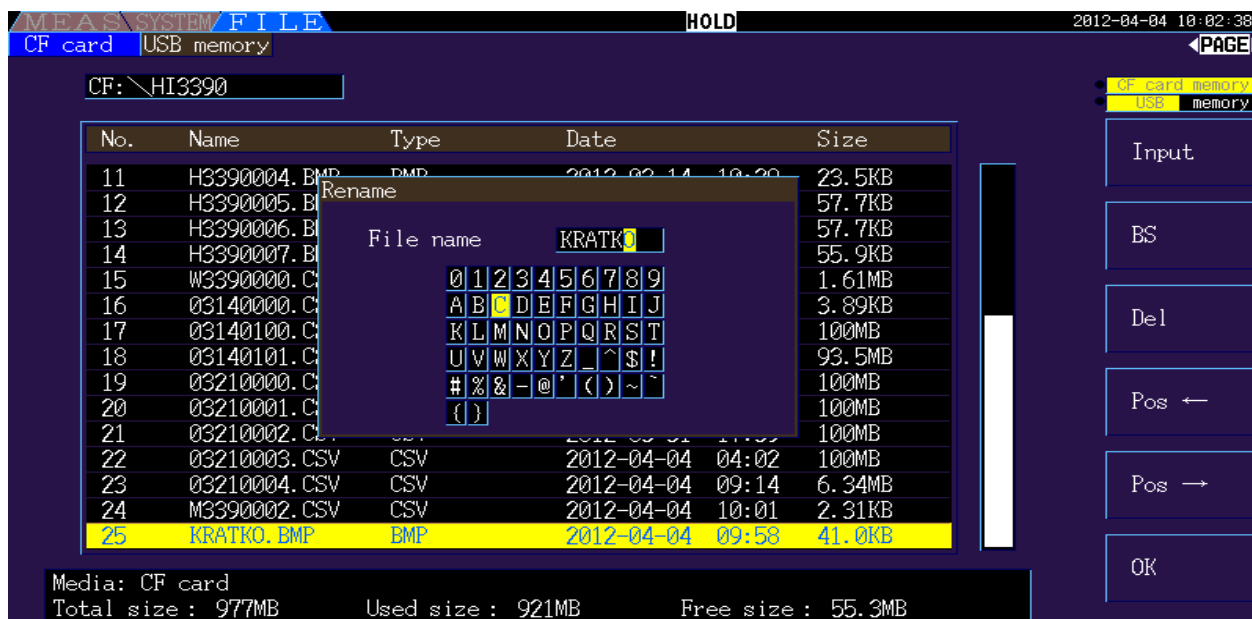
Ukázka uložení nastavení na CF kartu.

Postup:

- zmáčkněte tlačítko FILE.
- vyberte stránku CF card.
- pomocí šipek vyberte složku a tlačítkem ENTER volbu potvrďte.
- tlačítkem F1 vyberte možnost uložit.
- pomocí šipek a F tlačítek soubor pojmenujte.
- uložení potvrďte tlačítkem F6 nebo zrušíte tlačítkem ESC.



Obr. 8-7 Volba CF karty



Obr. 8-8 Přejmenování souboru

9 VYPRACOVÁNÍ VZOROVÉHO PROTOKOLU

9.1 Měření na vedení 220 kV - stanovení Blondelových konstant Π -článku

9.1.1 Cíle úlohy

S vedením 220 kV je třeba pracovat jako s vedením s rovnoměrně rozloženými parametry. Protože nás při výpočtech sítí zajímají především poměry na začátcích a koncích těchto vedení v harmonickém ustáleném stavu, modelujeme tato vedení pomocí vhodných dvojhranů popsaných nejčastěji postupnými kaskádními rovnicemi. Cílem této úlohy je určit měřením a výpočtem prvky postupné kaskádní matice (tzv. Blondelovy rovnice).

9.1.2 Zadání

Proveďte vzorový výpočet Blondelových konstant Π -článku.

Náhradní Π -článek představuje vedení se zadanými parametry R_k , L_k , G_k a C_k . U vedení vvn se v praxi zanedbává svod, tedy $G_k = 0$. Článek je realizován modely se zadanými měřítky napětí

$m_u = u/U$ a proudu $m_i = i/I$. Měřítka impedance lze dopočíst podle vztahu $m_z = z/Z = m_u/m_i$ a měřítko výkonu $m_p = p/P = m_u \cdot m_i$.

9.1.3 Teoretický rozbor

Výpočet poměrů v sítích s vedeními s rovnoměrně rozloženými parametry lze zjednodušit použitím náhradních dvojhranů. Náhrada Π -článkem poskytuje dostatečnou přesnost pro vedení o délkách až 400 km.

K řešení ustáleného stavu je pro účely přenosu elektrické energie nejvhodnější postupný tvar kaskádních rovnic dvojhranu:

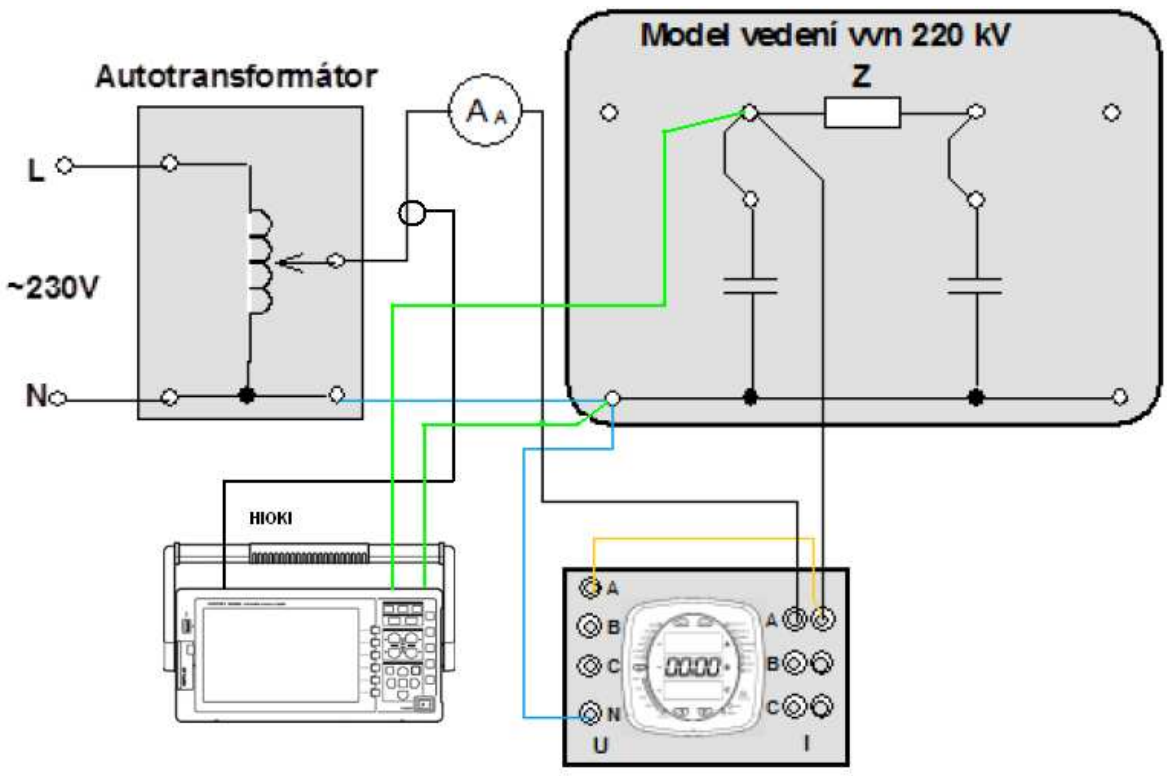
$$U_1 = A \cdot U_2 + B \cdot I_2 \quad (9.1)$$

$$I_1 = C \cdot U_2 + D \cdot I_2 \quad (9.2)$$

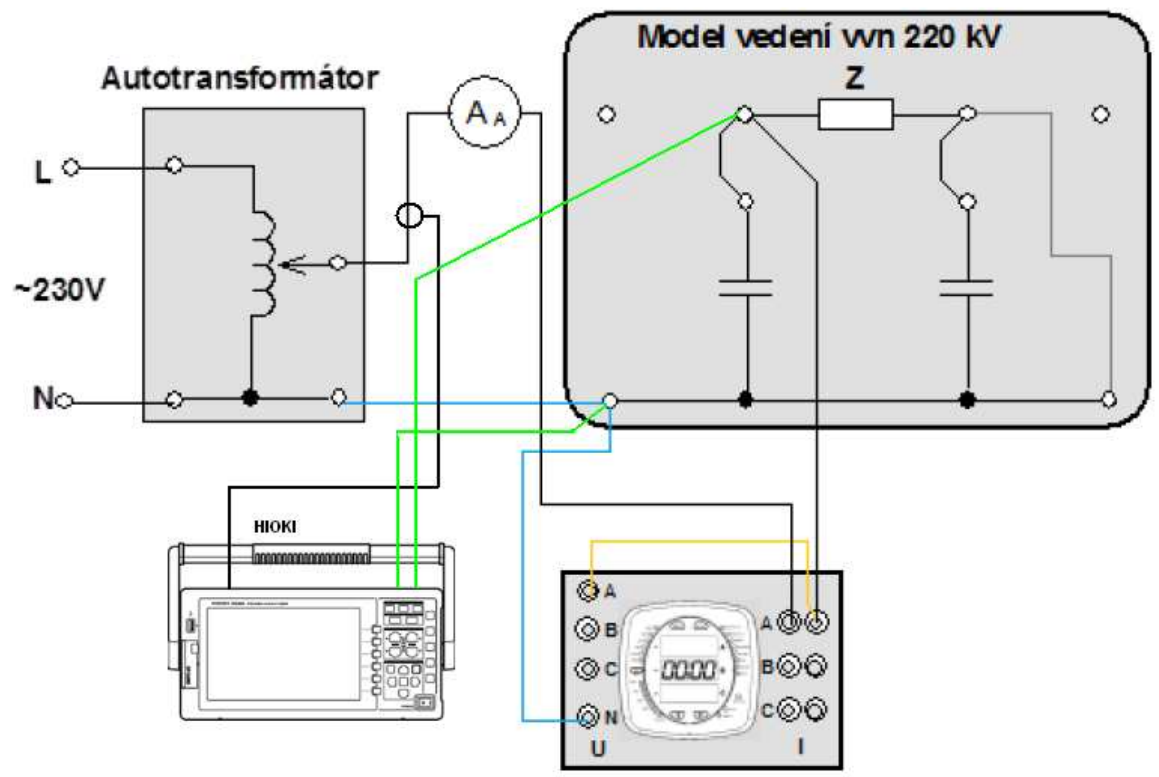
kde U_2, I_2 jsou zadané fázory napětí a proudu na konci vedení,

U_1, I_1 jsou hledané fázory napětí a proudu na začátku vedení,

A, B, C, D jsou konstanty kaskádního tvaru rovnic dvojhranu (Blondelovy konstanty).



Obr. 9-1 Schéma zapojení II-článku pro měření naprázdno

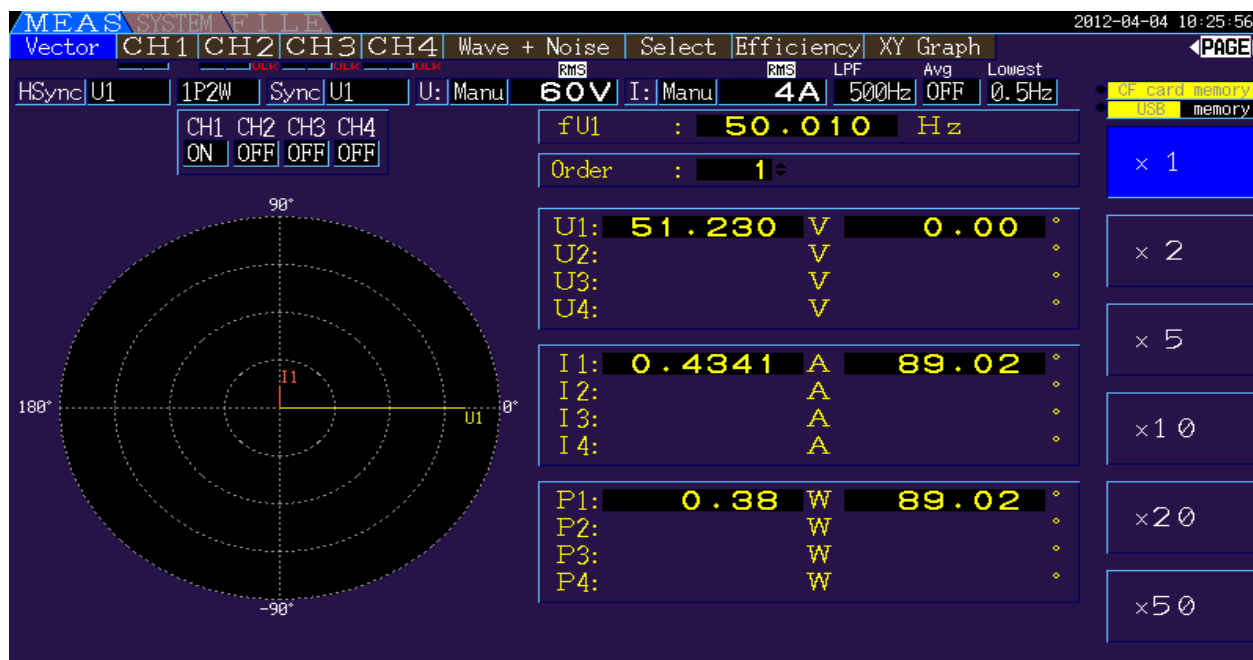


Obr. 9-2 Schéma zapojení II-článku pro měření nakrátko

9.1.4 Postup měření

1) Měřicí stanici HIOKI jsem do obvodu zapojil pomocí napěťových kabelů a proudového senzoru. Napěťové kabely jsou připojeny na prvním vstupu, proto se naměřené hodnoty zobrazují na prvním kanálu.

2) Zapojil jsem fyzikální model Π -článku a provedl měření naprázdno.



Obr. 9-3 Fázorový diagram pro měření naprázdno

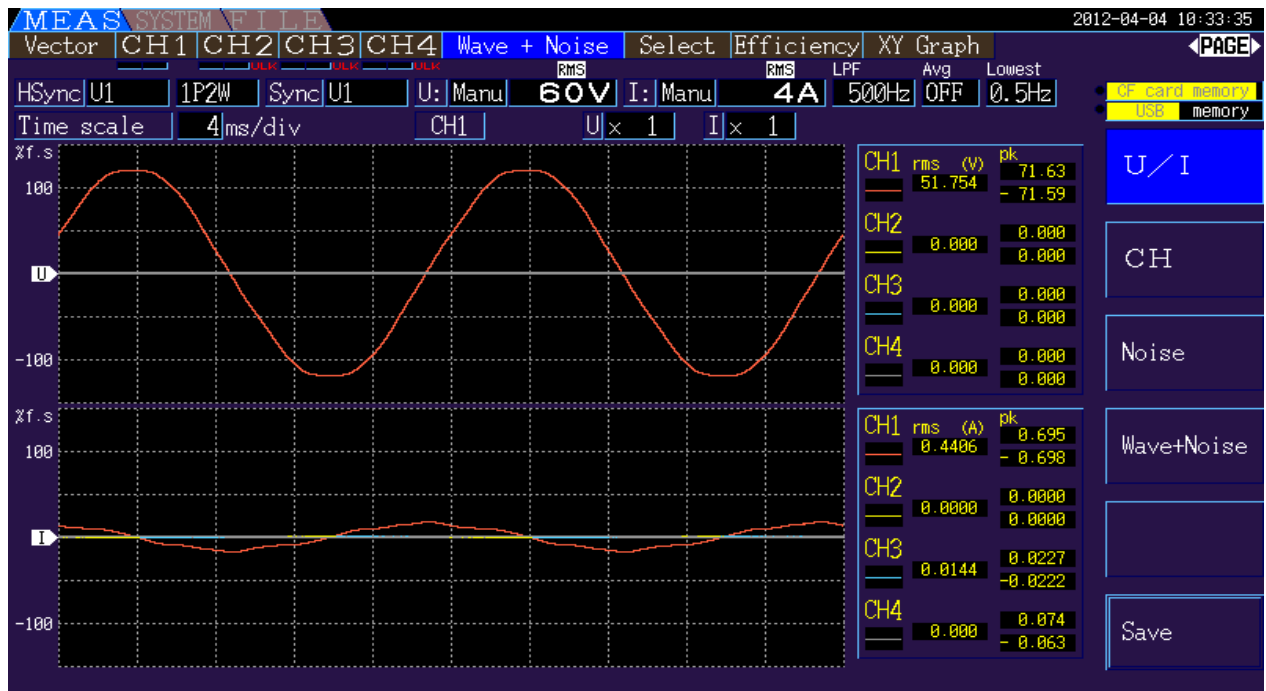
Změřil jsem napětí u_{10} , proud i_{10} a výkon p_{10} . Na přístroji HIOKI jsem stisknutím tlačítka MEAS a poté pomocí šipek zobrazil fázorový diagram.

Naměřené hodnoty:

$$u_{10} = 51,23 \text{ V}$$

$$i_{10} = 0,43 \text{ A}$$

$$p_{10} = 0,38 \text{ W.}$$

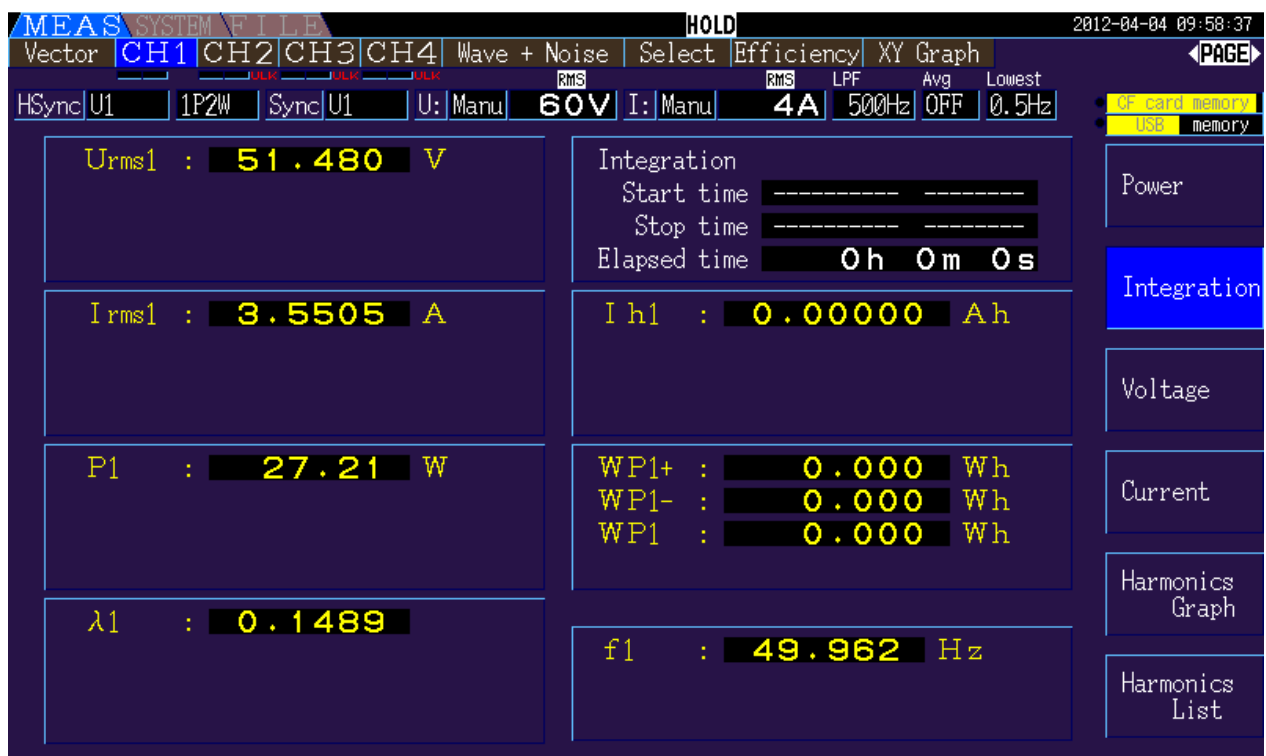


Obr. 9-4 Průběh napětí a proudu pro měření naprázdno

3) Změřené jsem hodnoty pomocí měřitek modelu přepočítal na U_{10} , I_{10} a P_{10} . Z nich jsem poté určil velikost impedance naprázdno:

$$Z_{10} = \frac{U_{10}}{I_{10}} \angle \arccos \frac{P_{10}}{U_{10} I_{10}}. \quad (9.3)$$

4) Dále jsem provedl měření nakrátko. Výstupní svorky se zkratovaly a změřil jsem hodnoty napětí u_{Ik} , proud i_{Ik} a výkon p_{Ik} .



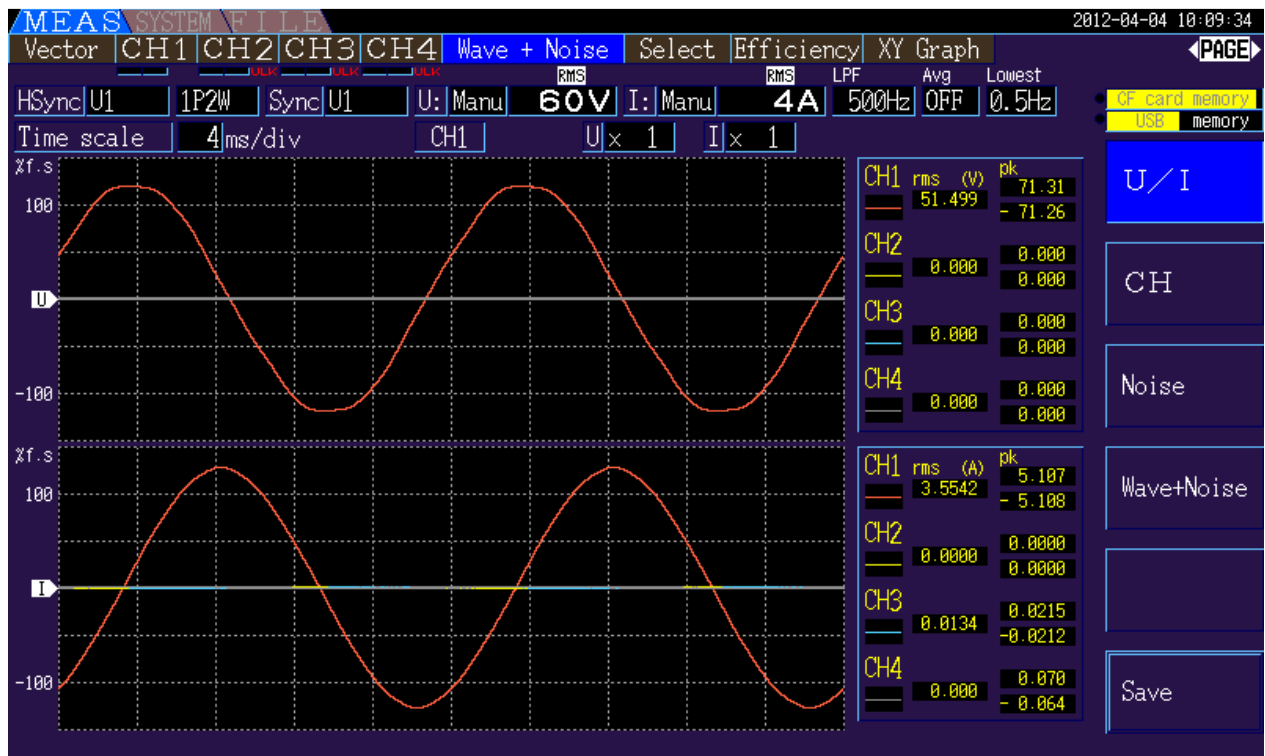
Obr. 9-5 Hodnoty pro měření nakrátko

Na přístroji HIOKI jsem zobrazil kanál 1 a zjistil jsem hodnoty pro měření nakrátko:

$$u_{1k} = 51,48 \text{ V}$$

$$i_{1k} = 3,55 \text{ A}$$

$$p_{1k} = 27,21 \text{ W.}$$



Obr. 9-6 Průběh napětí a proudu pro měření nakrátko

Pomocí tlačítka U/I jsem zobrazil průběh napětí a proudu pro měření nakrátko. Průběhy si můžeme přiblížit, ovšem v našem případě to nebylo nutné.

5) Změřené hodnoty jsem opět přepočítal na U_{1k} , I_{1k} a P_{1k} , ze kterých jsem určil impedanci nakrátko:

$$Z_{1k} = \frac{U_{1k}}{I_{1k}} \arccos \frac{P_{1k}}{U_{1k} I_{1k}}. \quad (9.4)$$

6) Z impedancí Z_{10} a Z_{1k} jsem dále vypočítal Blondelovy konstanty. Pro Π -článek platí:

$$A = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{Z_{1k}}{Z_{10}}}}, \quad (9.5)$$

$$B = A \cdot Z_{1k}, \quad (9.6)$$

$$C = A / Z_{10}, \quad (9.7)$$

$$D = A. \quad (9.8)$$

9.1.5 Výpočet

Měřítka napětí: $m_u = 5 \cdot 10^{-4}$.

Měřítka proudu: $m_i = 5 \cdot 10^{-3}$.

Měření naprázdno:

$$U_{10f} = u_{10} \cdot \frac{1}{m_u} = 51,23 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-4}} = 102,45 \text{ kV.}$$

$$U_{10s} = \sqrt{3} \cdot U_{10f} = \sqrt{3} \cdot 102,45 = 177,47 \text{ kV.}$$

$$I_{10} = i_{10} \cdot \frac{1}{m_i} = 0,43 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 86 \text{ A.}$$

$$P_{10} = p_{10} \cdot \frac{1}{m_i \cdot m_u} = 0,38 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 152 \text{ kW.}$$

$$Z_{10} = \frac{U_{10}}{I_{10}} \angle \arccos \frac{P_{10}}{U_{10} \cdot I_{10}} = \frac{177,47 \cdot 10^3}{86} \angle \arccos \frac{152 \cdot 10^3}{177,47 \cdot 10^3 \cdot 86} = (21,61 + 2063,49j) \Omega = 2063,6 \Omega \angle 89,4$$

Měření nakrátko:

$$U_{1kf} = u_{1k} \cdot \frac{1}{m_u} = 51,48 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-4}} = 102,96 \text{ kV.}$$

$$U_{1ks} = \sqrt{3} \cdot U_{1kf} = \sqrt{3} \cdot 102,96 = 178,33 \text{ kV.}$$

$$I_{1k} = i_{1k} \cdot \frac{1}{m_i} = 3,55 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 710 \text{ A.}$$

$$P_{1k} = p_{1k} \cdot \frac{1}{m_i \cdot m_u} = 27,21 \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 10,884 \text{ MW.}$$

$$Z_{1k} = \frac{U_{1k}}{I_{1k}} \angle \arccos \frac{P_{1k}}{U_{1k} \cdot I_{1k}} = \frac{178,33 \cdot 10^3}{710} \angle \arccos \frac{10,844 \cdot 10^6}{178,33 \cdot 10^3 \cdot 710} = (21,45 + 250,25j) \Omega = 251,17 \Omega \angle 85,1$$

Blondelovy konstanty:

$$A = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{Z_{1k}}{Z_{10}}}} = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{251,17 \angle 85,1}{2063,6 \angle 89,4}}} = \sqrt{1,138015 - 0,011820j} = 1.0668 \angle -0,2975$$

$$B = A \cdot Z_{1k} = (1.0668 \angle -0,2975)(251,17 \angle 85,1) = 267,95 \Omega \angle 84,8$$

$$C = \frac{A}{Z_{10}} = \frac{1.0668 \angle -0,2975}{2063,6 \angle 89,4} = 5,17 \cdot 10^{-4} \text{ S} \angle -89,7$$

$$D = A = 1.0668 \angle -0,2975$$

9.1.6 Závěr měření

V této úloze jsem na základě měření stanovil Blondelovy konstanty vedení nahrazeného Pi-článkem. Přesvědčil jsem se, že k jejich určení stačí provést měření nakrátko a naprázdno. Naměřené hodnoty jsem odečítal z měřící stanice Hioki, která byla připojená v obvodu podle obrázků 9.1 a 9.2. Pro kontrolu byl v obvodu zapojen i přístroj Tectra. Naměřené hodnoty Tectry a Hioki 3390 se téměř nelišily.

10 ZÁVĚR

Manuál je rozčleněn do desíti hlavních kapitol. Ve druhé kapitole s názvem Obecný přehled jsou popsány základní funkce přístroje. Třetí kapitola je věnována základním ovládacím prvkům. Ve čtvrté kapitole, Přípravy před měřením, je popsáno jak postupovat před začátkem samotného měření a jak správně měřicí stanici zapojit a odpojit. Další, pátá kapitola obsahuje instrukce k zobrazení naměřených hodnot, případně vytvoření grafů či tabulek. V šesté kapitole je možno nalézt funkce, potřebné k měření. V následující kapitole je možno nalézt postup ke změně nastavení nebo restartování systému. V osmé kapitole manuálu je popsána možnost uložení dat a následná manipulace s nimi. Devátá kapitola se zabývá vytvořením vzorového protokolu s měřicí stanicí Hioki 3390, ve kterém je popsáno stanovení Blondelových konstant.

Tato semestrální práce by mohla nadále sloužit studentům Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně při jejich práci s měřicí stanicí Hioki 3390 jako manuál k základním úkonům a měřením.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Hioki E.E. Corporation. *3390 Power Analyzer : Instruction Manual*. Edition 1, April 2009, 182 stran
- [2] FRONEK, Josef. LEDA. *Anglicko-český česko-anglický slovník*. Vyd. 1. 2004, 1277 stran, ISBN 80-85927-48-9
- [3] Blažek V., Skala P.: *Distribuce elektrické energie*. VUT v Brně, Brno. 138 stran