



MotorAnalyzer

NÁVOD K POUŽITÍ

OBSAH

1	Úvod	4
1.1	Rozsah použití	4
1.2	Odpovědnost.....	4
2	Zapnutí přístroje MotorAnalyzer a nabíječky	5
3	Čelní panel, ovládací prvky a výstupní konektory	7
3.1	Funkční tlačítka S1 až S4	8
3.2	Grafické symboly na displeji	8
4	Auto Test.....	9
4.1	Auto Test - automatický test na třífázovém motoru bez reference	9
4.2	Auto Test - automatický test na třífázovém motoru s referencí	10
5	Rázová zkouška (Surge Test)	11
5.1	Rázová zkouška - test statoru nebo cívek se srovnáním mezi jednotlivými fázemi	11
5.2	Rázová zkouška - test rotoru, buzení nebo test jednotlivých cívek	13
5.3	Rázová zkouška - test statoru nebo cívek se srovnáním s referencí	14
5.4	Rázová zkouška - třífázový test kompletního motoru se srovnáváním mezi fázemi	17
6	Měření odporu (Resistance).....	18
6.1	Měření odporu vinutí - test statoru nebo cívky s nebo bez uložených hodnot	18
6.2	Měření odporu - test termistoru (PTC).....	21
6.3	Měření odporu - test rotoru, buzení nebo jedné cívky	22
7	Test vysokým napětím (High Voltage)	23
8	PI/DAR – měření polarizačního indexu (PI) a poměru dielektrické absorpce (DAR).....	25
9	Měření izolačního odporu (Insulation Resistance).....	27
10	Měření ochranného vodiče PE (Earthbond Resistance).....	29
11	Nastavení nulové zóny (Neutral Zone).....	30
12	Směr otáčení pole	31
12.1	Směr otáčení pole statoru (Rotation Direction).....	31
12.2	Směr otáčení motoru (Rotation Direction)	32
13	Test intenzity pole (Field Test)	33
14	Induktivní testy.....	34
14.1	Mezizávitový test statoru (Induction).....	34
14.2	Mezizávitový test rotoru (Induction)	35

15	Nastavení MotorAnalyzeru (Setup)	36
16	Změny v nastavení	37
17	Dálkové ovládání	38
18	PrintCom – aplikace pro PC se systémem Windows®	39
19	Bootloader – aktualizace firmwaru testeru	42
19.1	Obecné informace	42
19.2	Nahrávání firmwaru	43
20	Slovník	45
20.1	Zapojení svorkovnice třífázového motoru	45
20.2	Kompenzace odporu na okolní teplotu	46
20.3	Testovací čas při měření odporu indukčností	47
20.4	Měření odporu – graf měřicího proudu	47
20.5	Nejistoty při měření odporu	48
20.6	Čtyřvodičové měření odporu (Kelvinovo měření)	49
20.7	Měření odporu rotorů	52
20.8	Rázová zkouška	53
20.9	Interpretace výsledků rázové zkoušky	58
20.10	Detekce otočené fáze rázovou zkouškou	60
20.11	Měření izolačního odporu a polarizačního indexu PI	61
20.12	Vysvětlení k testu vysokým napětím	62

1 Úvod

1.1 Rozsah použití

MotorAnalyzer je určen k měření elektrických strojů a pohonů. Testy musí být prováděny na strojích bez zátěže. V okamžiku připojení, nebo v průběhu testů, se na svorkách měřeného zařízení nesmí objevit síťové napětí.

Jakékoliv jiné použití, než zde popsané, je bráno jako nevhodné. Za škody, způsobené nevhodným použitím MotorAnalyzeru, nenese výrobce ani dodavatel zodpovědnost.

Před prvním zapnutím testeru, nebo po jeho dlouhodobém nepoužívání, je třeba, aby se teplota přístroje přizpůsobila teplotě v místě použití. Vyčkejte alespoň 30 minut, než přístroj spustíte.



V testeru nesmí docházet ke kondenzaci vody.



Výrobce poukazuje na to, že pro správnou funkci testeru je potřeba dodržovat roční kalibrační lhůtu, při které se tester ověří a případně dostaví tak, aby splňoval dané specifikace. Kalibrace se doporučuje také po každé modifikaci či opravě testeru. Výrobce testuje přesnost každého přístroje a po kalibraci vystaví příslušný protokol.



O testovacích metodách, měřicích rozsazích a přesnostech se více dozvíte z přiloženého kalibračního protokolu.

1.2 Odpovědnost

Závazným návodem k použití je pouze originální německá verze.

V případě, že tester byl upravován nebo opravován jinou než firmou Schleich GmbH pověřenou osobou, přechází odpovědnost za případné škody na tuto osobu. Podobně se tak stává i v případě, že přístroj byl použit jiným způsobem, než jaký je popsán v tomto návodu.

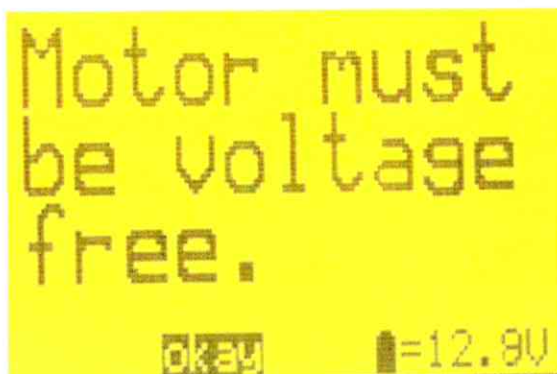
Uživatel je povinen používat přístroj, který je v bezvadném stavu. Firma Schleich GmbH zodpovídá za chyby a opomenutí, s výjimkou následujících prohlášení, v rozsahu záručních podmínek uvedených v potvrzení objednávky (resp. v podmínkách uvedených v nabídce).

S ohledem na neustálý vývoj a vylepšování zařízení si výrobce vyhrazuje právo na technické změny kdykoliv v budoucnu.

Použity mohou být pouze originální náhradní díly a příslušenství od Schleich GmbH. Za jakékoliv poškození plynoucí z nerespektování instrukcí v tomto manuálu nenese výrobce zodpovědnost. Uvedené informace nepřesahují zodpovědnost a záruční podmínky prodeje a dodávek firmy Schleich GmbH.

2 Zapnutí přístroje MotorAnalyzer a nabíječky

MotorAnalyzer se zapíná kolébkovým spínačem na zadní straně. Po zapnutí přístroje se na displeji ukáže tento nápis:



Na spodním řádku je zobrazena verze firmwaru přístroje a číslo série (projektu).



Následuje upozornění, že na svorkách testovaného motoru nesmí být přítomno síťové napětí. Ujistěte se proto, že motor není možné zapnout. Pokud to možné je, odpojte motor od sítě.

Upozornění potvrďte tlačítkem S2 pod nápisem "okay".

Po zapnutí přístroje je na displeji indikován stav nabití akumulátoru. Symbol baterie by měl být vždy plný. Pokud je symbol baterie prázdný, kleslo napětí baterie pod 11 V. V takovém případě připojte k testeru nabíječ. V opačném případě by mohlo dojít k příliš velkému vybití akumulátoru a k jeho případnému zničení.



Symbol baterie je zobrazován také v průběhu testů. Pokud napětí klesne pod 11 V, je akumulátor vybit a výsledek příslušného testu může být chybný.



Zdroj vysokého napětí generuje správnou velikost napětí pouze v případě, že je tester připojen k nabíječi. Čím více je akumulátor vybit, tím menší výstupní napětí tester generuje. Velikost výstupního napětí a proudu je však indikována správně i v tomto případě.



Klesne-li napětí akumulátoru pod 11 V, dojde k vypnutí podsvětlení displeje z důvodu snížení spotřeby odebírané energie.



Nabíječ může být k testeru připojen trvale. I v případě, že je MotorAnalyzer vypnut, je akumulátor stále dobíjen. Je-li nabíječ připojen k testeru, svítí na nabíječi červená LED kontrolka. Také zelená 12V LED kontrolka by měla svítit.

Pokud se rozsvítí 6V LED kontrolka, je akumulátor hluboce vybit. V tomto případě MotorAnalyzer vypněte a vyčkejte, dokud se opět nerozsvítí 12V LED. Svítí-li 24V LED kontrolka, není nabíječ k MotorAnalyzeru připojen správně a přístroj tedy není nabíjen.

3 Čelní panel, ovládací prvky a výstupní konektory

MotorAnalyzer se zapíná kolébkovým vypínačem na zadním panelu přístroje. Na čelním panelu přístroje jsou umístěny tyto prvky:



Spouštěcí tlačítko slouží jak ke spuštění, tak i k ukončení testu. Pokud byl spuštěn kontinuální test, lze jej ukončit stisknutím spouštěcího tlačítka.

Otočný přepínač testovacích metod slouží pro výběr požadovaného testu.

Knoflík vysokého napětí slouží pro nastavení velikosti zkušebního napětí v průběhu vysokonapěťového testu.

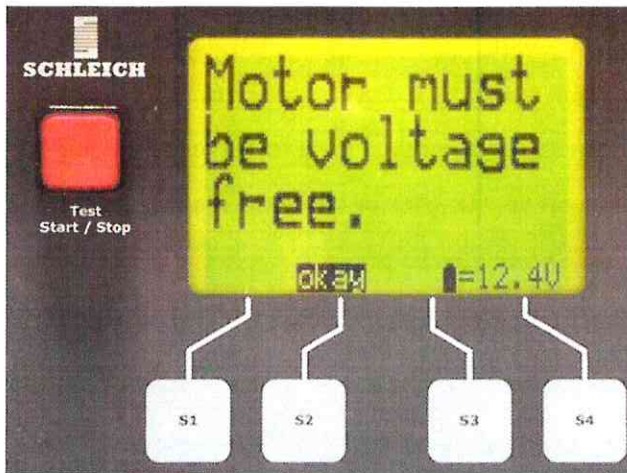


UPOZORNĚNÍ

Pro měření používejte pouze kabely s chráněnými banánkovými konektory, které chrání před nebezpečným dotykem a mají delší přeskokovou vzdálenost.

3.1 Funkční tlačítka S1 až S4

V tomto manuálu jsou často zmiňována tlačítka "S1" až "S4", která jsou umístěna pod displejem. V závislosti na testovací metodě, mohou mít různou funkci, která je indikována nápisem na spodní hraně displeje.



V tomto případě má tlačítko **S2** funkci "**okay**", potvrzující podmínku beznapětového stavu motoru.

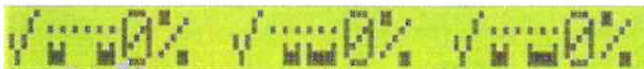
V manuálu budou funkční tlačítka zobrazována např. takto:

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení vybrané testovací metody.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

3.2 Grafické symboly na displeji

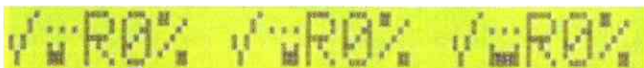
Měřená vinutí (cívky) motoru jsou na displeji indikována prostřednictvím grafických symbolů. Vinutí mezi svorkami U a V je indikováno tímto symbolem:  Tři tečky nad symbolem znamenají třífázové připojení k testeru. Symbol pod tečkami reprezentuje vinutí.



Vinutí mezi UV

Vinutí mezi VW

Procentuální odchylka hodnoty změřené na vinutí mezi svorkami UV od hodnoty mezi svorkami VW. Tři tečky nad symbolem vinutí indikují třífázové měření.



Vinutí mezi UV

Porovnání s referencí

Procentuální odchylka hodnoty změřené na vinutí mezi svorkami UV od referenční hodnoty uložené v paměti přístroje. Tři tečky nad symbolem vinutí indikují třífázové měření.

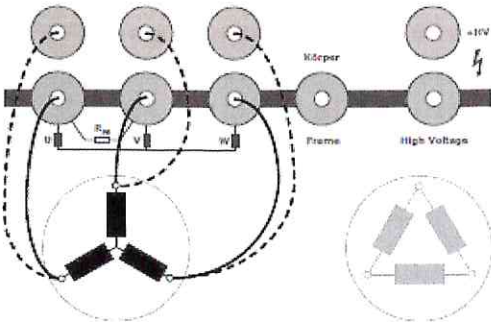
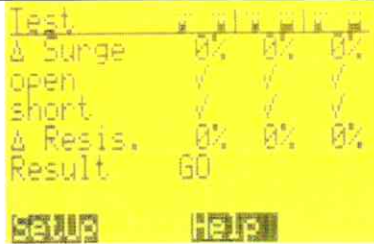
4 Auto Test

4.1 Auto Test - automatický test na třífázovém motoru bez reference

Testovací metoda, která prověří, zda jsou odpory a indukčnosti jednotlivých vinutí navzájem shodné.

Během **Auto Testu** je změřen odpor vinutí a provedena rázová zkouška. Hodnoty odporu vinutí a průběhy oscilačních křivek jsou porovnány navzájem. Ve výsledné tabulce se zobrazí procentuální odchylky hodnot mezi vinutími. V závislosti na nastavení tolerance se zobrazí symbol pro vyhovující nebo nevyhovující výsledky testu. Pokud je MotorAnalyzer schopen identifikovat jednoznačnou příčinu poruchy, zobrazí ji na displeji.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	^Surge.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go). ^Resis.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka odporu vinutí v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go). Connection = star star Zapojení vinutí do hvězdy. delta Zapojení vinutí do trojúhelníka. Toto nastavení je důležité pro stanovení příčiny poruchy. with Refer = no no Hodnoty jsou srovnávány vzájemně mezi vinutími. yes Hodnoty jsou srovnávány vůči referenčním oscilačním průběhům, uložených v předchozím měření na referenčním statoru. Resis.Tol = 10 % V případě zapnutého srovnávání mezi jednotlivými vinutími nemá toto nastavení vliv.	 Δ Surge - odchylka rázového napětí open – rozpojeno short – zkrat Δ Resis. – odchylka odporu Result – vyhodnocení testu GO = vyhověl (svítí LED „iO“) noG = nevyhověl (svítí LED „niO“)

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

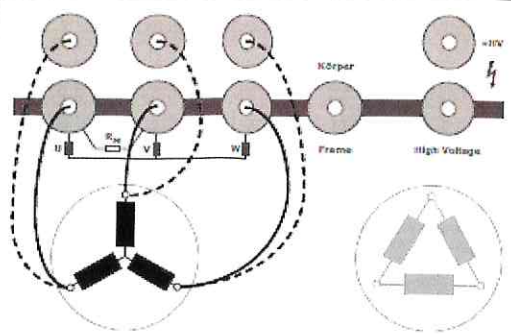
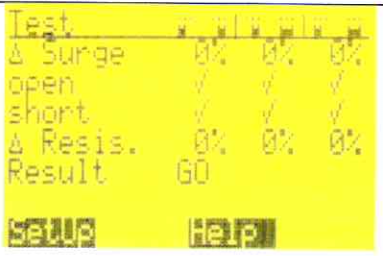
- ➔ Čárkované vodiče ve schématu zapojení naznačují možnost měření odporu přesnější čtyřvodičovou metodou. Bližší informace získáte v kapitole Měření odporu.
- ➔ Pro další informace o čtyřvodičovém zapojení nahlédněte také do Slovníku.
- ➔ Po ukončení **Auto Testu** si můžete prohlédnout oscilační křivky nebo velikosti odporů tak, že otočným přepínačem navolíte testovací metodu **Rázová zkouška** nebo **Měření odporu vinutí**.
- ➔ Pro identifikaci prohozených vodičů vinutí nahlédněte do Slovníku.

4.2 Auto Test - automatický test na třífázovém motoru s referencí

Testovací metoda pro malovýrobu, která prověří, zda jsou odpory a indukčnosti vinutí shodné s hodnotami referenčního statoru.

Během **Auto Testu** je změřen odpor vinutí a provedena rázová zkouška. Hodnoty odporu vinutí a průběhy oscilačních křivek jsou srovnány s referenčními hodnotami. V tabulce se zobrazí procentuální odchylky hodnot vůči referenci. V závislosti na nastavení tolerancí se zobrazí symbol pro vyhovující nebo nevyhovující výsledky testu. Protože je v tomto testu srovnáván stator motoru vůči referenčnímu statoru, je možné měřit jak třífázové, tak i dvoufázové motory.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	^Surge.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	
	^Resis.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka odporu vinutí v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	
	Connection = star star Zapojení vinutí do hvězdy. delta Zapojení vinutí do trojúhelníka. Toto nastavení je důležité pro stanovení příčiny poruchy.	
	with Refer = yes no Hodnoty jsou srovnávány vzájemně mezi vinutími. yes Hodnoty jsou srovnávány vůči referenčním oscilačním průběhům, uložených v předchozím měření na referenčním statoru.	
	Resis.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka odporu vinutí v procentech vůči přednastavené hodnotě, uložené v nastavení testu Měření odporu vinutí .	
		Δ Surge - odchylka rázového napětí open – rozpojeno short – zkrat Δ Resis. – odchylka odporu Result – vyhodnocení testu GO = vyhověl (svítí LED „iO“) noG = nevyhověl (svítí LED „niO“)

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Refer Po stisknutí tlačítka **S2** se aktuálně změřené hodnoty uloží jako referenční. Další měření jsou pak srovnávána s těmito hodnotami.

NoRef Po stisknutí tlačítka **S2** (při aktivní referenci) dojde ke zrušení srovnávání vůči referenci a vinutí jsou porovnávána vzájemně jako při měření bez reference.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

➡ Čárkované vodiče ve schématu zapojení naznačují možnost měření odporu přesnější čtyřvodičovou metodou. Bližší informace získáte v kapitole Měření odporu.

➡ Pro další informace o čtyřvodičovém zapojení nahlédněte také do Slovníku.

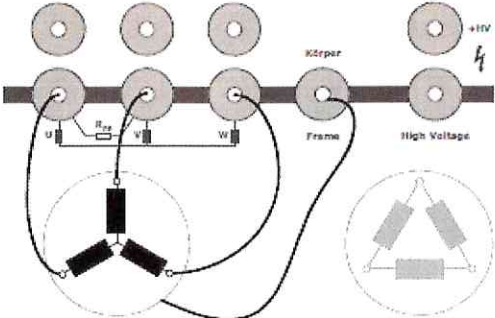
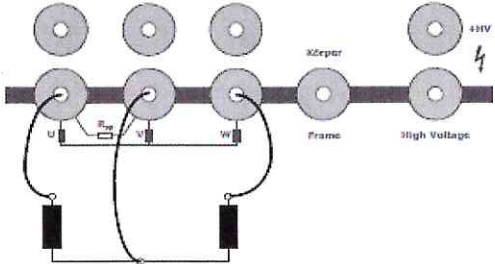
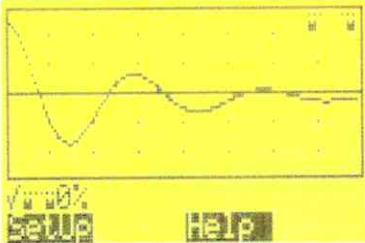
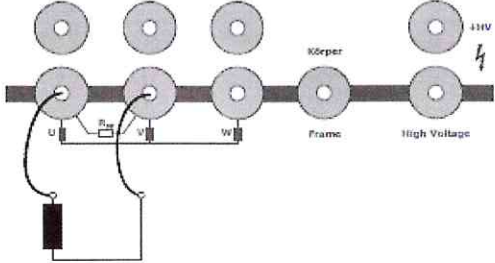
➡ Princip srovnávání vůči referenci je vysvětlen v kapitole 5.3 "Rázová zkouška s referencí".

ℹ Po ukončení **Auto Testu** si můžete prohlédnout oscilační křivky nebo velikosti odporů tak, že otočným přepínačem navolíte testovací metodu **Rázová zkouška** nebo **Měření odporu vinutí**.

5 Rázová zkouška (Surge Test)

5.1 Rázová zkouška - test statoru nebo cívek se srovnáním mezi jednotlivými fázemi

Během rázové zkoušky jsou na jednotlivá vinutí statoru (nebo na jednu cívku) přivedeny jednosměrné rázové vlny. Odezvou na rázovou vlnu je oscilační křivka, která je vidět na displeji přístroje. Oscilační křivky jednotlivých vinutí jsou navzájem porovnány a pod grafem zobrazeny jako odchylky v procentech. V závislosti na nastavení nejvyšší přípustné tolerance jsou výsledky vyhodnoceny jako "vyhovující" nebo "nevyhovující". Pro spuštění a zastavení testu stisknete **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stisknete funkční tlačítko **S1**.

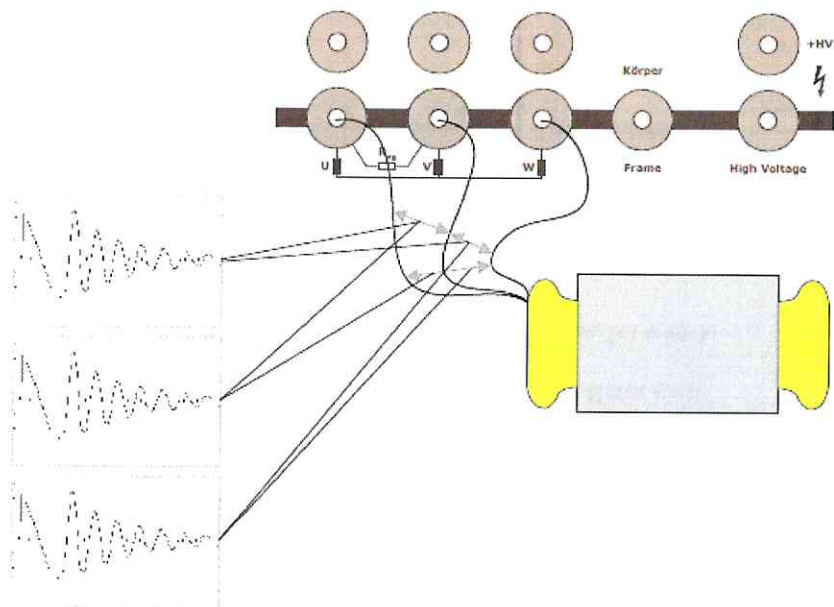
Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 3-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = no Surge.Tol = 10 %	
	Phases = 2-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = no Surge.Tol = 10 %	
	Phases = 1-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = no Surge.Tol = 10 %	



Při rázové zkoušce může být připojena také kostra motoru. Tímto způsobem lze měřit průraz na kostru. Nicméně, připojení na kostru není pro rázovou zkoušku podmínkou.

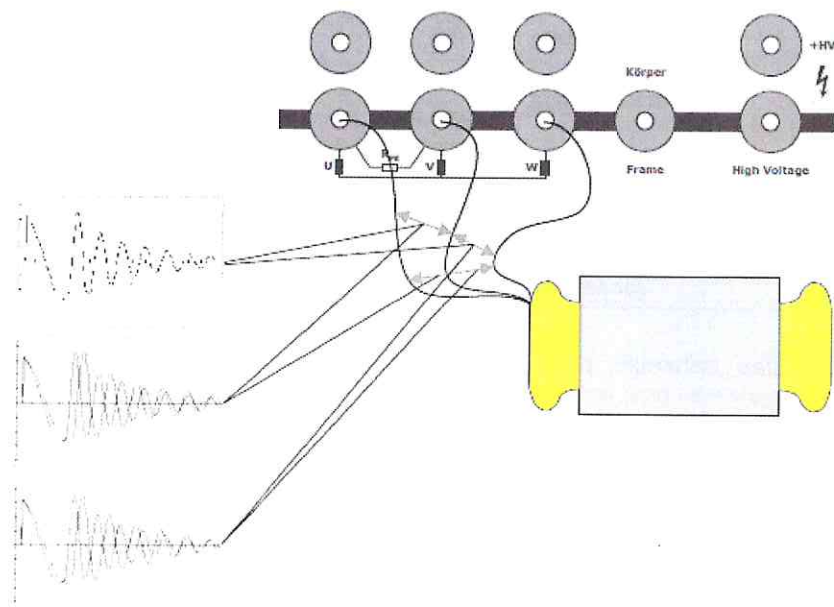


Pro další informace a tipy k rázové zkoušce nahlédněte do **Slovníku**.



Vinutí statoru jsou porovnávána vzájemně.
Při zkoušce tří vinutí získáte tři oscilační křivky.
Při zkoušce dvou vinutí získáte dvě oscilační křivky.
Vzájemné odchylky jsou vyjádřeny v procentech.

Příklad měření statoru bez vzájemných odchylek.

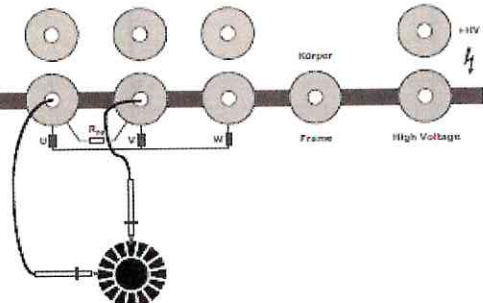
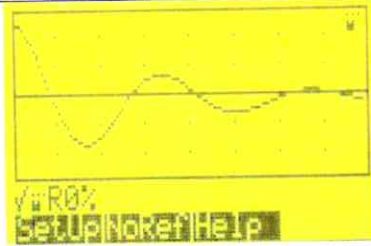


Příklad měření statoru s odchylkami mezi fázemi.

5.2 Rázová zkouška - test rotoru, buzení nebo test jednotlivých cívek

Nejlépeším způsobem, jak automaticky provádět tyto testy je použít jednu cívku jako referenci a vůči ní srovnávat měření na ostatních cívkách. Po ukončení měření je zobrazena procentuální odchylka oscilační křivky z posledního měření vůči referenci. V závislosti na nastavení nejvyšší přípustné tolerance je pak zobrazen výsledek testu "go"/"no go" ("vyhověl"/"nevyhověl").

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 1-phase Jednoduchá rázová zkouška bez srovnávání fází. Meas. type = Single Single Jednorázový test Type = Stator Stator Test samotného statoru. With Refer = yes Motor Test zkompletovaného motoru. no Mezifázové srovnání zde není možné. yes Vinutí je srovnáno s dříve uloženou referencí. Surge.Tol = 10 % Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	

Uložení referenční oscilační křivky

A. Postup při uložení reference

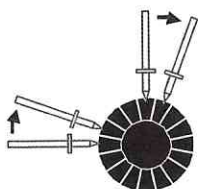
- Provedte test na referenční cívce.
- Po jeho ukončení zůstane na displeji zobrazena poslední křivka. Stiskněte tlačítko **S2** (funkce **Refer**), čímž křivku uložíte do paměti jako referenci. Od této chvíle nebudou cívky porovnávány vůči sobě, ale vůči této jedné referenci.
- Pokračujte v testování dalších cívek.

B. Postup pro uložení nové reference

- Stiskněte tlačítko **S2** (funkce **NoRef**), čímž zrušíte srovnávání vůči referenci.
- Zopakujte postup uvedený pod písmenem A.

Příklad testu rotoru

- Provedte test mezi dvěma lamelami pomocí sond s hroty. Nejlepší oscilaci získáte na lamelách, jejichž vzdálenost odpovídá vzdálenosti kartáčů. Doporučujeme si tyto lamely označit.
- Stiskněte tlačítko **S2** pro uložení poslední křivky jako reference.
- Znovu spusťte test.
- Nyní sondy postupně posouvajte o jednu lamelu dále. Přístroj bude automaticky srovnávat křivky proti referenci. V okamžiku, kdy sondy ztratí kontakt s testovaným zařízením, ukáže se na displeji text: "offen: U-V". Lamely, které jste otestovali, si označujte.



Upozornění

Na komutátory může být připojen nerovnoměrný počet cívek nebo kompenzační vinutí. V takovém případě se vždy najdou odchylky. Tyto odchylky se však pravidelně opakují. Srovnávání pak lze založit na faktu, že se odchylky musí pravidelně opakovat, např. každé tři lamely.

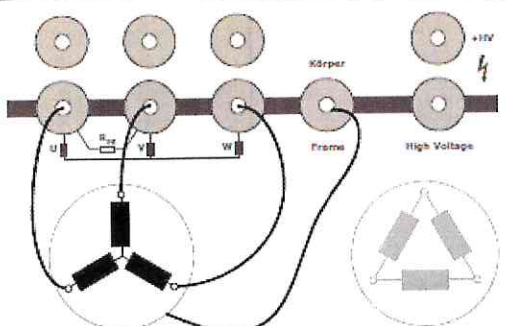
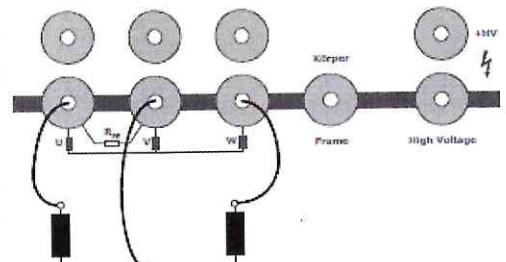
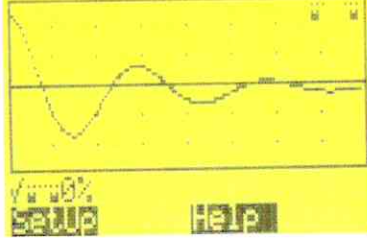
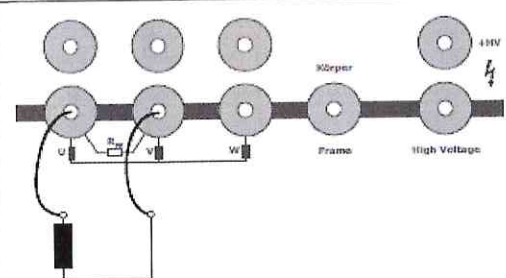
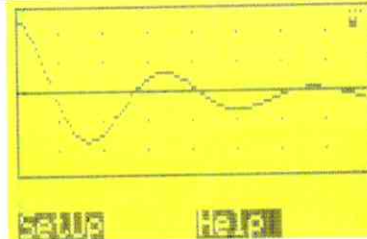


Ve Slovníku naleznete další informace a tipy pro rázovou zkoušku.

5.3 Rázová zkouška - test statoru nebo cívek se srovnáním s referencí

Oscilační křivky jednotlivých vinutí statoru jsou porovnány s referenčními křivkami, které jste uložili do paměti. Na konci testu jsou zobrazeny procentuální odchylky posledních křivek vůči referenci. V závislosti na nastavení nejvyšší přípustné tolerance jsou výsledky vyhodnoceny jako "vyhovující" nebo "nevyhovující".

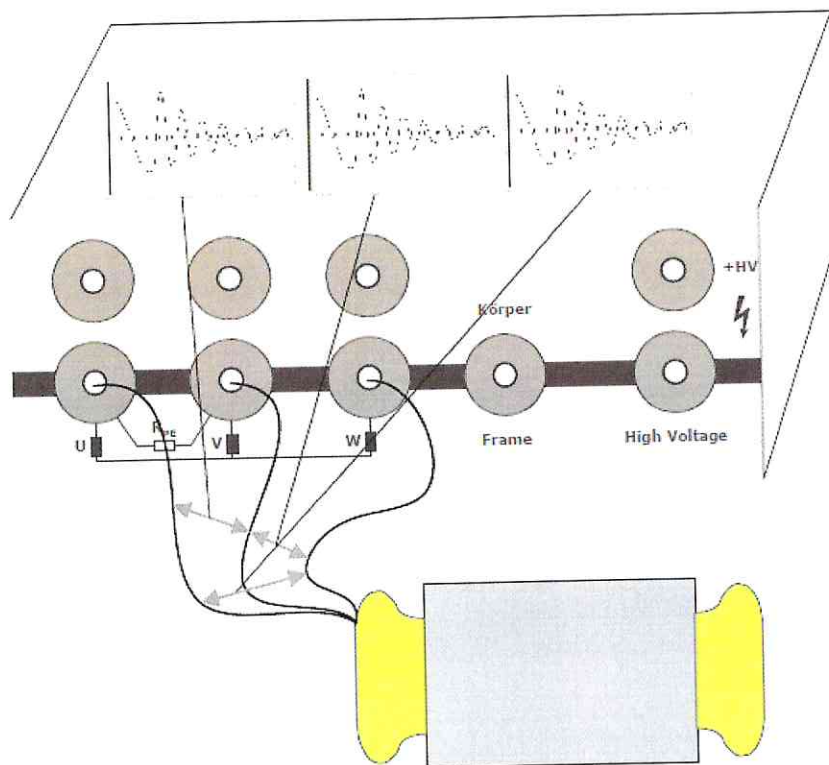
Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 3-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = yes Surge.Tol = 10 % Srovnání mezi třemi fázemi navzájem. Single Jednorázový test Stator Test samotného statoru. yes Tři vinutí jsou srovnána s dříve uloženou referencí. Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	
	Phases = 2-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = yes Surge.Tol = 10 % Srovnání mezi dvěma fázemi navzájem. Single Jednorázový test Stator Test samotného statoru. yes Dvě vinutí jsou srovnána s dříve uloženou referencí. Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	
	Phases = 1-phase Meas. type = Single Type = Stator With Refer = yes Surge.Tol = 10 % Jednoduchá rázová zkouška bez srovnávání fází. Single Jednorázový test Stator Test samotného statoru. yes Vinutí je srovnáno s dříve uloženou referencí. Nejvyšší přípustná odchylka oscilačních křivek v procentech. Výsledek je indikován následovně: ✓ - "vyhověl" (go), ▲ - "nevyhověl" (no go).	

 Při rázové zkoušce může být připojena také kostra motoru. Tímto způsobem lze měřit průraz na kostru. Nicméně, připojení na kostru není pro rázovou zkoušku podmínkou.

 Pro další informace a tipy k rázové zkoušce nahlédněte do **Slovníku**.

Princip srovnávání vůči referenci



Při porovnávání statoru vůči referenci je třeba uložit oscilační křivky prvního statoru, který byl vyhodnocen jako "vyhovující" ("GO"), do paměti přístroje jako referenci. Při testu dalšího statoru nejsou oscilační křivky srovnávány vůči sobě, ale vůči uložené referenci.

Oscilace jednotlivých cívek konkrétního statoru se mohou od sebe lišit. Protože však nejsou srovnávány navzájem, ale vůči referenci, nemá rozdíl mezi těmito cívkami význam.

Uložení referenční oscilační křivky

A. Postup při uložení reference

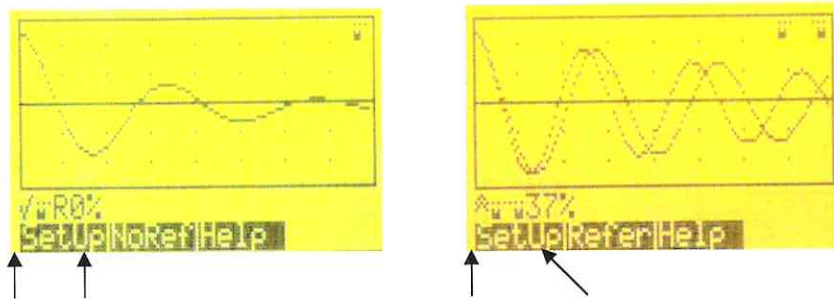
- Proveďte test na referenční cívce.
- Po jeho ukončení zůstane na displej zobrazena poslední křivka. Stiskněte tlačítko **S2** (funkce **Refer**), čímž křivku uložíte do paměti jako referenci. Od této chvíle nebudou cívky porovnávány vůči sobě, ale vůči této jedné referenci.
- Pokračujte v testování dalších cívek.

B. Postup pro uložení nové reference

- Stiskněte tlačítko **S2** (funkce **NoRef**), čímž zrušíte srovnávání vůči referenci.
- Zopakujte postup uvedený pod písmenem A.

Příklady křivek zobrazených na displeji

Levý obrázek ukazuje případ, kdy se křivky testovaných vinutí od reference neliší a jsou tedy vyhodnoceny jako "go". Na pravém obrázku je vidět odchylka oscilací od reference a vyhodnocení jako "no go".



"go" s 0% odchylkou "no go" s 37% odchylkou

Je-li to možné, MotorAnalyzer upozorní na chybu příslušným textem. Následující obrázek ukazuje případ s nepřipojenou cívkou U-V („interru: U-V“).



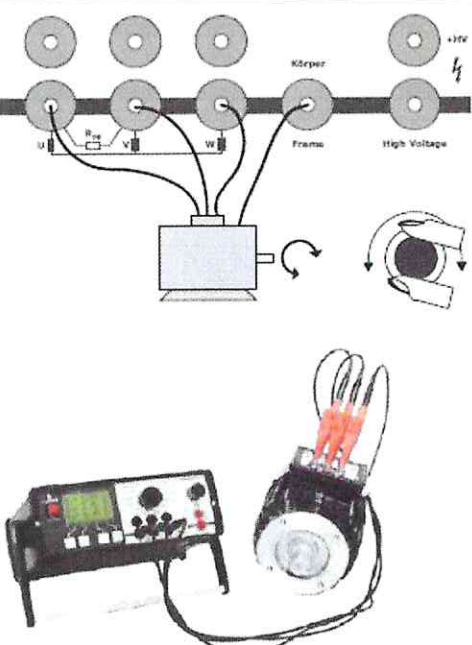
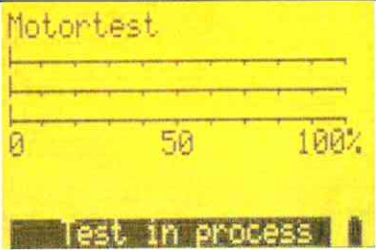
5.4 Rázová zkouška - třífázový test kompletního motoru se srovnáváním mezi fázemi

Tento test by měl být použit v případě, kdy rázová zkouška na samotném satoru (kapitola 5.1) vykazala příliš velké odchylky mezi jednotlivými fázemi.

Vysvětlení: Během rázové zkoušky se, kvůli přítomnosti rotoru, mohou objevit určité odchylky mezi fázemi. V závislosti na úhlu natočení rotoru jsou jednotlivé cívky satoru různě ovlivňovány. V jednom případě tak může vykazovat odchylku vinutí fáze 1, při jiném natočení rotoru pak mohou být odchylky na fázích 2 a 3. Pokud jste během měření tento jev zaznamenali, je potřeba aplikovat následující test.

Při tomto testu jsou automaticky porovnávány jednotlivé cívky satoru navzájem. Na displeji přístroje však nejsou zobrazovány oscilační křivky, ale procentuální odchylky v podobě sloupcových grafů. Během jednotlivých měření je nutné **ručně** otáčet rotorem kolem dokola. Během otáčení budou sloupcové grafy měnit délku v závislosti na okamžité hodnotě odchylek. Nejvyšší zaznamenaná velikost odchylky bude označena svislou čarou, která zůstane stát na místě, dokud se neobjeví ještě vyšší hodnota. Po úplném otočení rotoru by svislé čáry, označující maxima jednotlivých fází, měly ležet pod sebou. V opačném případě je vinutí pravděpodobně vadné.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 3-phase Meas. type = Single/Continu Type = Motor With Refer = yes/no Surge.Tol = 10 % Srovnání mezi třemi fázemi navzájem. Toto nastavení nemá na testu motoru vliv. Test zkompletovaného motoru. Toto nastavení nemá na testu motoru vliv. Toto nastavení nemá na testu motoru vliv.	 Sloupcové grafy ukazují odchylky jednotlivých fází mezi sebou.



Upozornění

Motor během testu nezapínejte, jinak hrozí poškození MotorAnalyzeru. Doporučujeme, abyste před testem motor fyzicky odpojili od napájecího kabelu.

SetUp

Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Help

Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.



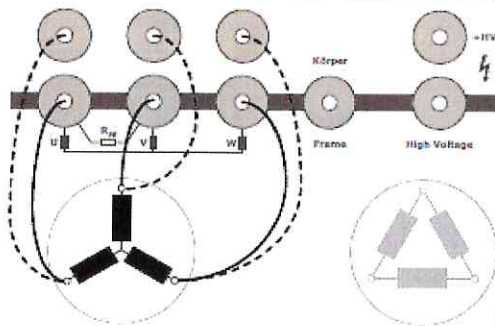
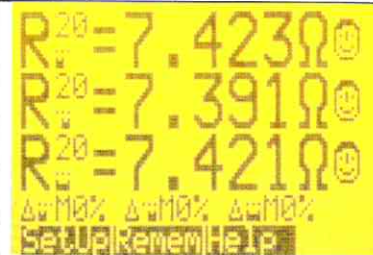
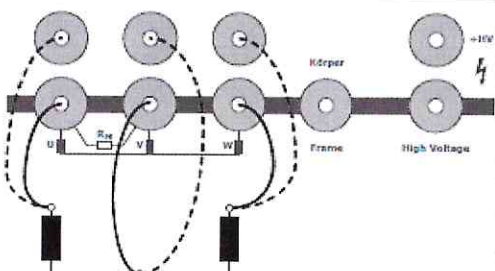
Ve Slovníku naleznete další informace a tipy pro rázovou zkoušku.

6 Měření odporu (Resistance)

6.1 Měření odporu vinutí - test statoru nebo cívky s nebo bez uložených hodnot

Odpory jednotlivých cívek statoru jsou automaticky srovnávány se jmenovitým odporem. Po ukončení testu jsou na displeji zobrazeny velikosti odporů a také procentuální odchylky vůči jmenovitým odporům. V závislosti na nastavení nejvyšší přípustné tolerance jsou výsledky vyhodnoceny jako "vyhovující" nebo "nevyhovující" (symboly pro "go" nebo "no go").

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej	
	Phases = 3-phase Meas. type = Single Test PTC = no Ru-Rv = 1.00 Ohm Rv-Rw = 1.00 Ohm Ru-Rw = 1.00 Ohm Tolerance = 10 % Test time = 1.0 s Temperatur = 22.0 Ce	Srovnání tří fází vůči jmenovitým hodnotám. Single Jednorázový test. Continu Opakovaný test (zruší se stisknutím Spouštěcího tlačítka). Standardní test vinutí bez omezení proudu. Cívkou může protékat až 1,5 A. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi U a V. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi V a W. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi U a W. Nejvyšší přípustná procentuální odchylka vůči jmenovitému odporu. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Doba měření v sekundách. Malé statory by měly být testovány po kratší dobu, velké statory delší dobu. Toto nastavení má význam pouze při jednorázovém testu. Příliš krátká doba měření může způsobit chyby v měření. Protože odpor mědi je výrazně ovlivněn teplotou, může výsledek měření být zkompenzován na 20 °C. Pokud k přístroji není připojena sonda teploty okolí, může zde uživatel nastavit aktuální teplotu ručně.	
	Phases = 2-phase Meas. type = Single Test PTC = no Ru-Rv = 1.00 Ohm Rv-Rw = 1.00 Ohm Ru-Rw = Tolerance = 10 % Test time = 1.0 s Temperatur = 22.0 Ce	Srovnání dvou fází vůči jmenovitým hodnotám. Single Jednorázový test. Continu Opakovaný test (zruší se stisknutím Spouštěcího tlačítka). Standardní test vinutí bez omezení proudu. Cívkou může protékat až 1,5 A. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi U a V. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi V a W. Toto nastavení nemá význam. Nejvyšší přípustná procentuální odchylka vůči jmenovitému odporu. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Doba měření v sekundách. Malé statory by měly být testovány po kratší dobu, velké statory delší dobu. Toto nastavení má význam pouze při jednorázovém testu. Příliš krátká doba měření může způsobit chyby v měření. Protože odpor mědi je výrazně ovlivněn teplotou, může výsledek měření být zkompenzován na 20 °C. Pokud k přístroji není připojena sonda teploty okolí, může zde uživatel nastavit aktuální teplotu ručně.	

	Phases = 1-phase Meas. type = Single Test PTC = no Ru-Rv = 1.00 Ohm Rv-Rw = Ru-Rw = Tolerance = 10 % Test time = 1.0 s Temperatur = 22.0 Ce	Nedochází k porovnávání fází. Single Jednorázový test. Continu Opakovaný test (zruší se stisknutím Spouštěcího tlačítka). Standardní test vinutí bez omezení proudu. Cívkou může protékat až 1,5 A. Nastavitelný jmenovitý odpor cívky mezi U a V. Toto nastavení nemá význam. Toto nastavení nemá význam. Nejvyšší přípustná procentuální odchylka vůči jmenovitému odporu. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Doba měření v sekundách. Malé statory by měly být testovány po kratší dobu, velké statory delší dobu. Toto nastavení má význam pouze při jednorázovém testu. Příliš krátká doba měření může způsobit chyby v měření. Více se dozvíte ve Slovníku. Protože odpor mědi je výrazně ovlivněn teplotou, může výsledek měření být zkompenzován na 20 °C. Pokud k přístroji není připojena sonda teploty okolí, může zde uživatel nastavit aktuální teplotu ručně. Pro další informace nahlédněte do Slovníku.	
--	---	---	--

i V závislosti na velikosti odporu, může vinutím protékat proud až 1,5 A. Mějte toto na paměti při testování nízkohmických odporů. Odporů s nízkou wattáží mohou být takovým proudem poškozeny. Toto se ale netýká vinutí (viz tabulku testovacích proudů ve Slovníku).

i Spolehlivých výsledků při měření odporů nižších než 1 Ω dosáhnete použitím čtyřvodičové metody, kdy jeden pár vodičů přivádí do měřeného vinutí proud a druhý pár vodičů měří napětí. Odpor je pak vypočítán z hodnot napětí a proudu (viz též Slovník).

Čtyřvodičové zapojení je na obrázcích v tabulce znázorněno jako kombinace nepřerušovaných a přerušovaných čar. Toto zapojení není pro měření odporu nezbytné, avšak u malých odporů může docházet k velkým chybám v měření.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Remem Po stisknutí tlačítka **S2** budou aktuální výsledky z měření uloženy jako jmenovité hodnoty odporů a další měření pak budou srovnávána s těmito hodnotami. U jednofázového měření, po uložení hodnoty do paměti a dalším spuštění měření, se na displeji zobrazí procentuální odchylka od uložené hodnoty ve formě sloupcového grafu (viz spodní obrázek v tabulce u jednofázového měření).

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

Test in process

Symbol baterie je zobrazován také v průběhu testů. Pokud napětí klesne pod 11 V, je akumulátor vybit a výsledek příslušného testu může být chybný.

Během měření nízkých odporů je akumulátor kvůli vysokým proudům poměrně značně zatěžován. Čím nižší je napětí na akumulátoru, tím nižší proud přístroj dodává, což může způsobovat chyby v měření. **Při měření odporu vinutí doporučujeme mít tester připojen na nabíječ.**

Význam jednotlivých symbolů na displeji

Měřená hodnota odporu přepočtená na 20 °C

Hodnota odporu mezi U a V

Hodnota odporu mezi V a W

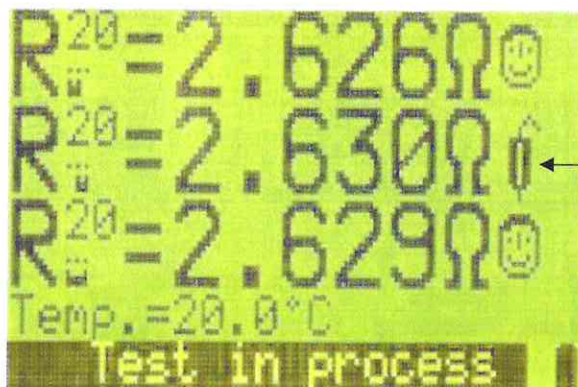
Hodnota odporu mezi U a W

Odchylka (Δ) střední hodnoty
z měření od jmenovité hodnoty



Vyhovující výsledek měření = 😊
(rozdíl odporů je nižší, než nastavená tolerance)

Při trojfázovém nebo dvoufázovém měření přístroj vyhodnocuje střední hodnotu ze tří nebo dvou měření. Na displeji jsou pak zobrazeny procentuální odchylky středních hodnot odporů jednotlivých fází vůči uloženým jmenovitým hodnotám.



Symbol testovací sondy naznačuje, že je měřena druhá fáze.

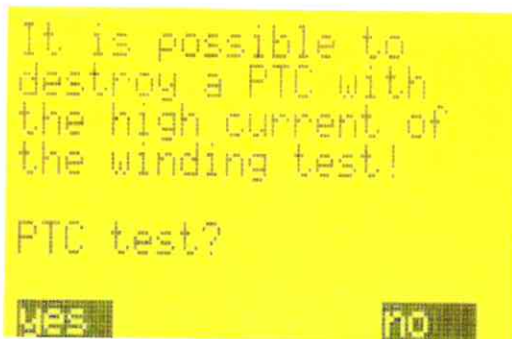


Při použití volitelných čtyřvodičových testovacích sond je velmi praktické mít na jedné sondě připevněno tlačítko pro dálkové spuštění nebo ukončení testu.

6.2 Měření odporu - test termistoru (PTC)

Při měření odporu termistorové teplotní sondy v motoru **musí být použit omezený test**. Při standardním testu by hrozilo zničení termistoru vysokým proudem.

Pro nastavení omezeného testu využijte příslušné položky v menu SetUp (viz tabulku níže).



Po nastavení **Otočného přepínače** na polohu **Měření odporu** vinutí budete automaticky dotázáni, zda chcete měřit odpor termistoru či nikoliv. Tento dotaz lze deaktivovat v menu nastavení přístroje (**PTC-quest. = no**). Podrobněji viz kapitolu **Nastavení přístroje**.

UPOZORNĚNÍ

Nedoporučuje se termistor testovat opakovaně. Měření odporu pod 10 Ω může vést k významným nepřesnostem.

Pokud náhodou spustíte test malých odporů při aktivním testu termistoru, přístroj na displeji ukáže varovné hlášení: „**Attention: Bad Test!**“. V tento okamžik nejpozději můžete test termistoru přerušit.



Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 1-phase Nedochází k porovnávání fází. Meas. type = Single Single Jednorázový test. Continu Opakovaný test (zruší se stisknutím Spouštěcího tlačítka). Test PTC = yes Nastaveno měření odporu s omezením proudu na max. 2,6 mA. Ru-Rv = 800 Ohm Jmenovitý odpor termistoru. Rv-Rw = Toto nastavení nemá význam. Ru-Rw = Toto nastavení nemá význam. Tolerance = 10 % Nejvyšší přípustná procentuální odchylka vůči jmenovitému odporu. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Test time = 0.0 s Doba měření v sekundách. Temperatur = 22.0 Ce Toto nastavení nemá význam. Při měření termistoru je přepočet dekativován.	

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Remem Po stisknutí tlačítka **S2** bude do paměti uloženo poslední měření.

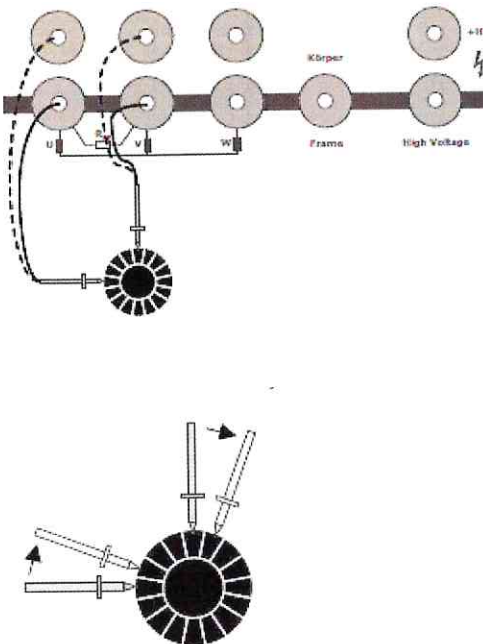
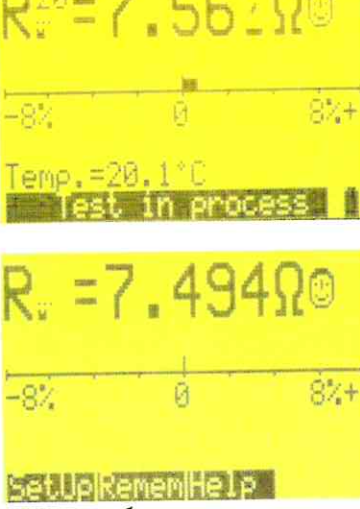
Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.



Ve Slovníku naleznete další informace a tipy.

6.3 Měření odporu - test rotoru, buzení nebo jedné cívky

Nejlépeším způsobem jak provádět měření na rotoru, polí nebo jednotlivých cívek je uložit do paměti přístroje jmenovitou hodnotu a další měření s ní porovnávat. Funkcí **Remem**, pod tlačítkem **S2**, si přístroj zapamatuje hodnotu z posledního měření. Nyní, při každém dalším měření je okamžitá hodnota srovnávána s uloženou referencí a ve formě sloupcového grafu je indikována procentuální odchylka těchto hodnot. Příslušným symbolem (smajlíkem) je navíc signalizováno to, zda se odchylka vešla do nastavené tolerance či nikoliv. Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spuštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Phases = 1-phase Měření pouze mezi U a V. Meas. type = Continu Opakovaný test, při kterém je zobrazována procentuální odchylka, pokud byla nastavena referenční hodnota pomocí Remem. Ru-Rv = 1.00 Ohm Jmenovitý odpor mezi U a V. Rv-Rw = Toto nastavení nemá význam. Ru-Rw = Toto nastavení nemá význam. Tolerance = 10 % Nejvyšší přípustná procentuální odchylka vůči jmenovitému odporu. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Test time = 1.0 s Doba měření v sekundách. Malé statory by měly být testovány po kratší dobu, velké statory delší dobu. Toto nastavení má význam pouze při jednorázovém testu. Příliš krátká doba měření může způsobit chyby v měření. Více se dozvíte ve Slovníku. Temperatur = 22.0 Ce Protože odpor mědi je výrazně ovlivněn teplotou, může výsledek měření být zkompenzován na 20 °C. Pokud k přístroji není připojena sonda teploty okolí, může zde uživatel nastavit aktuální teplotu ručně. Pro další informace nahlédněte do Slovníku.  Pro přesnější a pohodlnější měření na lamelách rotoru doporučujeme použít čtyřvodičové sondy (4000395). Ochranné čepičky nasadte na hroty sond vždy, když je nepoužíváte. Na sondy lze připevnit tlačítko pro dálkové spuštění a ukončení testu.	 Pro uložení hodnoty stiskněte tlačítko S2 pod nápisem Remem. Po té bude na displeji zobrazována procentuální odchylka od uložené hodnoty.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Remem Po stisknutí tlačítka **S2** bude do paměti uloženo poslední měření. Pokračujte v měření mezi dalšími lamelami.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

➡ Při měření na stejnosměrných rotorech je třeba vzít na zřetel vliv ekvalizérů na výsledky měření. Ekvalizéry mohou způsobovat opakující se odchylky.

7 Test vysokým napětím (High Voltage)

Pro test dielektrické pevnosti používá MotorAnalyzer stejnosměrné napětí.



Výstupní test dielektrické pevnosti musí být, dle norem VDE, proveden střídavým napětím. Z tohoto důvodu nemůže být test stejnoměrným napětím považován za ekvivalentní test vůči testům dle platných norem. Viz také kapitolu k testeru GLP11eHV.

Přesto je test vysokým napětím použitelný pro identifikaci problémů.



Testovací proud je omezen na velikost danou normami VDE (VDE0104). Proto je možné test provést bez připojení dotykové ochrany, což je za normálních okolností podmínkou. Normy dále vyžadují, aby dodaná energie byla nižší než 350 mJ. Nicméně při testování velkých motorů je dodaná energie podstatně vyšší. Z tohoto důvodu je třeba dodržet příslušná bezpečnostní opatření. Např. zamezit možnosti dotyku živé části a vyhnout se tak možnosti úrazu elektrickým proudem. Kryt MotorAnalyzera je připojen k zápornému pólu zdroje vysokého napětí. Proto se nedotýkejte krytu a kladného pólu zároveň.



Další informace a tipy k testu vysokým napětím naleznete ve Slovníku.



UPOZORNĚNÍ

Před testem vysokým napětím, odpojte vodiče pro testování rázovou vlnou/měření odporu od testovaného statoru.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Mode = manual Manual Velikost vysokého napětí lze měnit otáčením knoflíku potenciometru. Test trvá do té doby, dokud jej neukončíte stisknutím Spouštěcího tlačítka. Automat Velikost vysokého napětí se řídí hodnotu nastavenou u Unominal. V tomto případě je doba testu dána velikostí nastavenou u Test time. Pak se test automaticky ukončí. Pokud během automatického testu překročí proud hodnotu I_{max}, bude výsledný test nevyhovující (no go). Tento stav bude rovněž signalizován zvukovým signálem. Unominal = 1 000 V I_{max} = 0.5 mA Test time = 1.0 s Steps = 1 Nastavení testovacího napětí při automatickém režimu. Nejvyšší dovolený proud testu. Při jeho překročení je výsledek testu nevyhovující. Funkční pouze v automatickém režimu. Nastavení doby testu v automatickém režimu. V automatickém režimu může testovací napětí vzrůstat v maximálně 10 krocích od 0 V do Unominal.	

Velikost testovacího napětí je dána příslušnými normami. Nejjednodušším pravidlem pro stanovení velikosti napětí je vzoreček: $U_{test} = 2 \times U_{jmen} + 1\,000\text{ V}$, tedy dvojnásobek jmenovitého napětí motoru navýšený o 1 000 V. V závislosti na stáří motoru může být napětí zvýšeno nebo sníženo.

Uvedená velikost napětí platí pro střídavé napětí. Protože MotorAnalyzer používá stejnosměrné napětí, jako U_{test} se obvykle použije velikost, které odpovídá amplitudě střídavého napětí, tedy $U_{test}(DC) = \sqrt{2} U_{test}(AC)$.

 **UPOZORNĚNÍ**
Testované zařízení je nabití stejnosměrným nábojem. Proto je nutné jej po ukončení testu vybit, aby se předešlo úrazu elektrickým proudem.



Zobrazení zbytkového napětí po ukončení testu.

 Proces vybíjení je indikován velikostí napětí UHV ve spodní části displeje po ukončení testu. Velikost zbytkového napětí je snižována vnitřní impedancí testeru, testovaného objektu a/nebo externím vybíjecím zařízením. Jakmile zbytkové napětí klesne pod 60 V, ozve se zvukový signál a tester přestane zobrazovat hodnotu zbytkového napětí.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.



Symbol baterie je zobrazován také v průběhu testů. Pokud napětí klesne pod 11 V, je akumulátor vybit a výsledek příslušného testu může být chybný.



Plné velikosti vysokého napětí je možné dosáhnout pouze při plně nabitém akumulátoru. Čím více je akumulátor vybit, tím nižší napětí může zdroj dodat. Velikost napětí a protékajícího proud je však měřena správně i při nízké kapacitě akumulátoru.

8 PI/DAR – měření polarizačního indexu (PI) a poměru dielektrické absorpce (DAR)

Měření PI a DAR je prováděno zcela automaticky. Na základě poměru čas/odpor, podává hodnota PI informaci o kvalitě izolace. Během PI testu je po dobu vyšší jak 10 minut na měřený objekt aplikováno napětí. To umožní polarizovat nosiče elektrického náboje v izolaci (orientovat nosiče náboje ve směru elektrického pole). Jsou-li nosiče náboje stále pohyblivé, lze na počátku testu zjistit měřením proudu. Je-li při konstantním napětí proud vysoký, znamená to nízký odpor. Na konci desetiminutového testu by měly být všechny nosiče náboje orientovány, čímž odpor izolace opět vzroste. Čím jsou nosiče náboje pohyblivější, tím lepší izolační vlastnosti měřené dielektrikum má. To je právě indikováno polarizačním indexem PI. Tento index slouží jako indikátor stárnutí izolace. Při pravidelné kontrole motorů doporučujeme ukládat hodnoty izolačního odporu a PI a srovnávat velikosti s naměřenými údaji před měsícem či rokem.

Při testu je automaticky porovnáván odpor izolace na konci testu s odporem naměřeným na počátku testu. Rozdíl mezi PI a DAR se může časem měnit.

$$PI = R_{10min}/R_{1min} \text{ (nebo } I_{1min}/I_{10min})$$

Čas testu je 10 minut.

PI se používá při diagnostice elektrických motorů a dalších zařízení.

$$DAR = R_{60s}/R_{30s} \text{ (nebo } I_{30s}/I_{60s})$$

Čas testu je 60 sekund.

DAR se používá při diagnostice elektrických kabelů.

Zvolený test proběhne kompletně automaticky. Na konci každé části testu (např. po 1 min a po 10 min u PI) zazní zvukový signál. Po té je test ukončen a vysoké napětí vybito na bezpečnou úroveň. Na displeji přístroje se posléze ukáže vypočtený index.

V případě, že je test přerušen tlačítkem pro spuštění dříve, nebude zobrazena žádná velikost indexu.

Odpor izolace je měřen vysokým napětím, přivedeným na měřený objekt kabely ze svorek vysokého napětí.



Testovací proud je omezen na velikost danou normami VDE (VDE0104). Proto je možné test provést bez připojení dotykové ochrany, což je za normálních okolností podmínkou. Normy dále vyžadují, aby dodaná energie byla nižší než 350 mJ. Nicméně při testování velkých motorů je dodaná energie podstatně vyšší. Z tohoto důvodu je třeba dodržet příslušná bezpečnostní opatření. Např. zamezit možnosti dotyku živé části a vyhnout se tak možnosti úrazu elektrickým proudem. Kryt MotorAnalyzeru je připojen k zápornému pólu zdroje vysokého napětí. Proto se nedotýkejte krytu a kladného pólu zároveň.



Další informace a tipy k testu vysokým napětím a vysvětlení PI naleznete ve Slovníku.



UPOZORNĚNÍ

Před testem vysokým napětím, odpojte vodiče pro testování rázovou vlnou/měření odporu od testovaného statoru.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Mode = manual Manual Velikost vysokého napětí lze měnit otáčením knoflíku potenciometru. Test probíhá automaticky, nebo jej lze ukončit stisknutím Spouštěcího tlačítka. Automat Velikost vysokého napětí se řídí hodnotu Unominal. V tomto případě je doba testu řízena automaticky. Test lze ukončit stisknutím Spouštěcího tlačítka. PI/DAR = PI Volbou PI nebo DAR nastavíte požadovaný druh testu. Unominal = 1 000 V Nastavení testovacího napětí při automatickém režimu.	

Velikost testovacího napětí je dána příslušnými normami. Nejjednodušším pravidlem pro stanovení velikosti napětí je vzoreček: $U_{test} = 2 \times U_{jmen} + 1\,000\text{ V}$, tedy dvojnásobek jmenovitého napětí motoru navýšený o 1 000 V. V závislosti na stáří motoru může být napětí zvýšeno nebo sníženo.

Uvedená velikost napětí platí pro střídavé napětí. Protože MotorAnalyzer používá stejnosměrné napětí, jako U_{test} se obvykle použije velikost, které odpovídá amplitudě střídavého napětí, tedy $U_{test}(DC) = \sqrt{2} U_{test}(AC)$.



UPOZORNĚNÍ

Testované zařízení je nabito stejnosměrným nábojem. Proto je nutné jej po ukončení testu vybit, aby se předešlo úrazu elektrickým proudem.



Zobrazení zbytkového napětí po ukončení testu.



Proces vybíjení je indikován velikostí napětí UHV ve spodní části displeje po ukončení testu. Velikost zbytkového napětí je snižována vnitřní impedancí testeru, testovaného objektu a/nebo externím vybíjecím zařízením. Jakmile zbytkové napětí klesne pod 60 V, ozve se zvukový signál a tester přestane zobrazovat hodnotu zbytkového napětí.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.



Symbol baterie je zobrazován také v průběhu testů. Pokud napětí klesne pod 11 V, je akumulátor vybit a výsledek příslušného testu může být chybný.



Plné velikosti vysokého napětí je možné dosáhnout pouze při plně nabitém akumulátoru. Čím více je akumulátor vybit, tím nižší napětí může zdroj dodat. Velikost napětí a protékajícího proud je však měřena správně i při nízké kapacitě akumulátoru.



Pokud chcete test PI zopakovat, měli byste počkat alespoň 1 hodinu. Motor potřebuje čas k depolarizaci dielektrika. V opačné, případě byste obdrželi nesprávné výsledky. Během hodinové přestávky doporučujeme motor vybit tím, že propojíte svorky a kostru navzájem.

9 Měření izolačního odporu (Insulation Resistance)

Odpor izolace je měřen vysokým napětím, přivedeným na měřený objekt kabely ze svorek vysokého napětí.



Testovací proud je omezen na velikost danou normami VDE (VDE0104). Proto je možné test provést bez připojení dotykové ochrany, což je za normálních okolností podmínkou. Normy dále vyžadují, aby dodaná energie byla nižší než 350 mJ. Nicméně při testování velkých motorů je dodaná energie podstatně vyšší. Z tohoto důvodu je třeba dodržet příslušná bezpečnostní opatření. Např. zamezit možnosti dotyku živé části a vyhnout se tak možnosti úrazu elektrickým proudem. Kryt MotorAnalyzeru je připojen k zápornému pólu zdroje vysokého napětí. Proto se nedotýkejte krytu a kladného pólu zároveň.



Ve Slovníku naleznete další informace a podrobnosti k tomuto tématu.



UPOZORNĚNÍ

Před testem vysokým napětím, odpojte vodiče pro testování rázovou vlnou/měření odporu od testovaného statoru.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Mode = manual Manual Velikost vysokého napětí lze měnit otáčením knoflíku potenciometru. Test probíhá, dokud nestisknete Spouštěcí tlačítko. Automat Velikost vysokého napětí se řídí hodnotu nastavenou u Unominal. V tomto případě je doba testu dána velikostí nastavenou u Test time. Pak se Test automaticky ukončí. Výsledek je indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Rmin = 2.00 V automatickém režimu je vyhodnocována velikost odporu. Ta nesmí klesnout pod tuto nastavenou hodnotu. Test time = 1.0 s Nastavení doby testu v automatickém režimu. Unominal = 1 000 V Nastavení testovacího napětí při automatickém režimu. Steps = 1 V automatickém režimu může testovací napětí vzrůstat v maximálně 10 krocích od 0 V do Unominal. Graphics = no no Na displeji přístroje bude měřený odpor zobrazován číselně yes V automatickém režimu lze odpor zobrazovat v podobě grafické závislosti velikosti odporu na čase. ISO-Scale = 10 GOhm Měřítko svislé osy grafu. Smoothing = medium none Bez průměrování. Měření je rychlé, ale hodnoty nemusí být stabilní. medium Střední průměrování. Test je pomalejší. high Silné průměrování. Test je pomalý, ale hodnoty stabilní.	Číselné zobrazení. Grafické zobrazení.



Velikost izolačního odporu částečně závisí na velikosti testovacího napětí. Především velmi vysoké odpory je třeba měřit vysokým napětím. V opačném případě může být výsledek ovlivněn chybami měření. Dovoluje-li to systém izolace, doporučujeme napětí 1 000 V.

V případě velmi vysokých odporů může měření ovlivnit i dotýkání se přírodních vodičů. Pokud je třeba přesně a stabilně měřit impedance v rozsahu GΩ, doporučujeme použít speciální testovací kabely, které lze k přístroji přikoupit.



UPOZORNĚNÍ

Testované zařízení je nabito stejnosměrným nábojem. Proto je nutné jej po ukončení testu vybit, aby se předešlo úrazu elektrickým proudem.



Proces vybíjení je indikován velikostí napětí UHV ve spodní části displeje po ukončení testu. Velikost zbytkového napětí je snižována vnitřní impedancí testeru, testovaného objektu a/nebo externím vybíjecím zařízením. Jakmile zbytkové napětí klesne pod 60 V, ozve se zvukový signál a tester přestane zobrazovat hodnotu zbytkového napětí.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

VDE Po stisknutí tlačítka **S2** budou v přístroji nastaveny hodnoty dle VDE pro testování opravených strojů.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

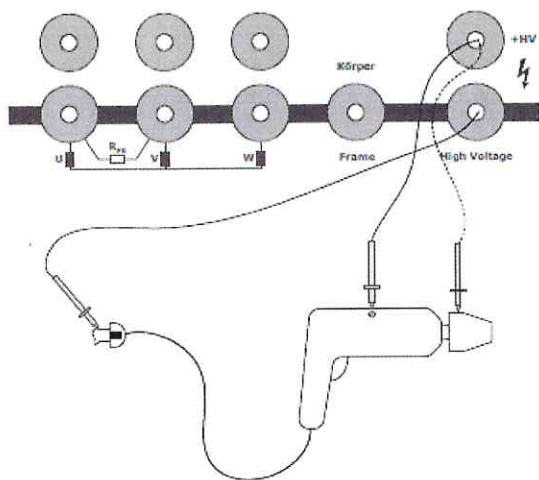
Test in process

Symbol baterie je zobrazován také v průběhu testů. Pokud napětí klesne pod 11 V, je akumulátor vybit a výsledek příslušného testu může být chybný.



Plné velikosti vysokého napětí je možné dosáhnout pouze při plně nabitém akumulátoru. Čím více je akumulátor vybit, tím nižší napětí může zdroj dodat. Velikost napětí a protékajícího proud je však měřena správně i při nízké kapacitě akumulátoru.

V případě měření izolačního odporu zařízení s dvojitou izolací třídy II (zařízení bez možnosti připojení k PE), měří se odpor mezi přívody elektrického proudu a kovovými částmi krytu (např. šrouby apod.).



Přívody elektrického proudu musí být vzájemně propojeny (např. kolíky vidlice L a N) a vypínač na přístroji musí být v pozici „zapnuto“, takže do testu budou zahrnuty všechny přívodní vodiče.

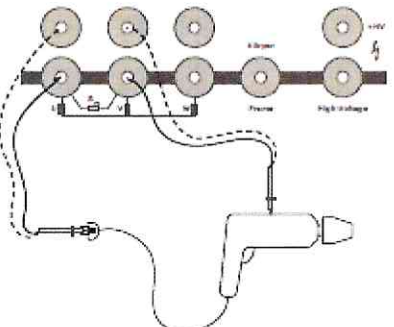
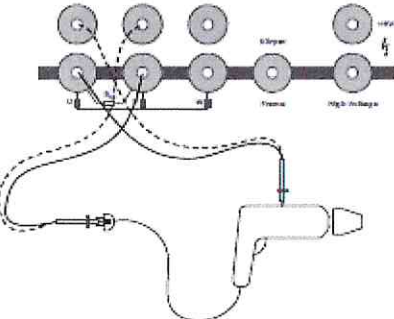
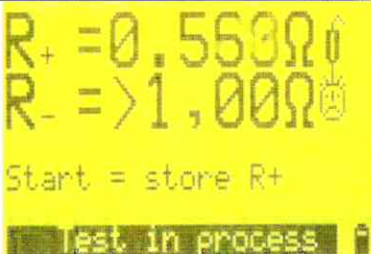
Pokud přívodní svorky L a N nepojíte, nejprve změřte odpor L proti kovovým částem, pak odpor N proti kovovým částem.



Ve Slovníku naleznete podrobnější informace o měření izolačního odporu.

10 Měření ochranného vodiče PE (Earthbond Resistance)

Test PE se provádí dle příslušných norem především na opravených zařízeních. Ochranným vodičem musí protékat stejnosměrný proud o velikosti nejméně 200 mA jak v kladném, tak i záporném směru. Vyšší hodnota z obou měření je brána jako odpor PE. Při měření PE je použit test měření odporu, proto je třeba ručně prohodit testovací kabely pro změření odporu při obou polaritách proudu. Pro spuštění a zastavení testu stisknete **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stisknete funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
 Měření odporu v kladném směru (R+).  Měření odporu v záporném směru (R-)	Rmax = 0.20 Test time = 1.0 s Nejvyšší povolený odpor ochranného vodiče. Čas testu v automatickém režimu. Výsledek je automaticky indikován následovně: ☺ - symbol pro "vyhověl" (go), ☹ - symbol pro "nevyhověl" (no go). Pro snazší ovládání přístroje doporučujeme použít dálkové tlačítko 403111  Při měření odporu PE použijte čtyřvodičovou metodu.  Měření napětí Přívod proudu	 Výsledek měření pro R+  Výsledek měření pro R-

Měření odporu PE probíhá ve dvou krocích: Po spuštění testu je na LCD symbolem testovací sondy u R+ indikováno, že bude proveden test kladným směrem proudu. Tento test je potřeba potvrdit stisknutím Spouštěcího tlačítka (nebo dálkového tlačítka). Nyní je třeba prohodit měřicí vodiče. Symbol testovací sondy u R- indikuje připravenost k měření opačným směrem proudu.

Vyšší hodnota z obou měření bude brána jako odpor ochranné vodiče. Přitom ani jedna hodnota nesmí překročit **Rmax**.

 Stejně jako při klasickém měření odporu, jsou i u měření PE započteny odpory přívodních kabelů. Čtyřvodičovou metodou měření odporu potlačíte vliv měřicích kabelů.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

VDE Po stisknutí tlačítka **S2** budou v přístroji nastaveny hodnoty dle VDE pro testování opravených strojů.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

11 Nastavení nulové zóny (Neutral Zone)

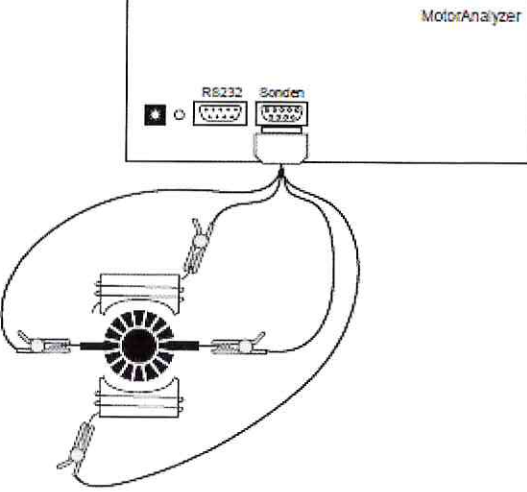
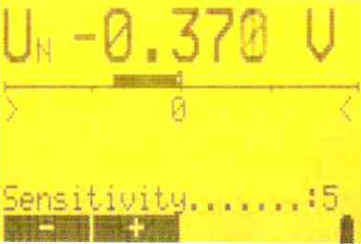
Tento test slouží pro nastavení úhlu držáků kartáčů u stejnosměrného motoru. Kontrolu nastavení provádějte po výměně uhlíků nebo po opravě motoru.

Abyste tento test mohli provést, je třeba přikoupit speciální sadu kabelů. Dva vodiče slouží pro připojení k rotoru, další dva vodiče na buzení.

Během testu je na displeji indikována odchylka od nulové zóny číselně i sloupcovým grafem.

Na začátku testu je nejlepší použít citlivost, která není příliš velká. Nejprve se pokuste zhruba najít nulovou polohu otáčením kartáče, který je stále volný. Potom zvýšte citlivost, abyste nulovou polohu našli s vyšší přesností.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**.

Zapojení	Měřicí kabely	Displej
	Pro test je třeba použít speciální sadu kabelů (403102) Červené kabely na buzení. Černé kabely na kartáče. 	

 Červené kabely musí být připojeny přímo na kartáče. V opačném případě, má-li motor přídavné póly (např. komutační), byste nemuseli získat správnou polohu.

- Citlivost snížíte stisknutím tlačítka **S1**.

+ Citlivost zvýšíte stisknutím tlačítka **S2**.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

 Popis kleští: rotor A1 a A2 (nebo A a B), cizí buzení - F1 a F2, sériové buzení - E1 a E2.

12 Směr otáčení pole

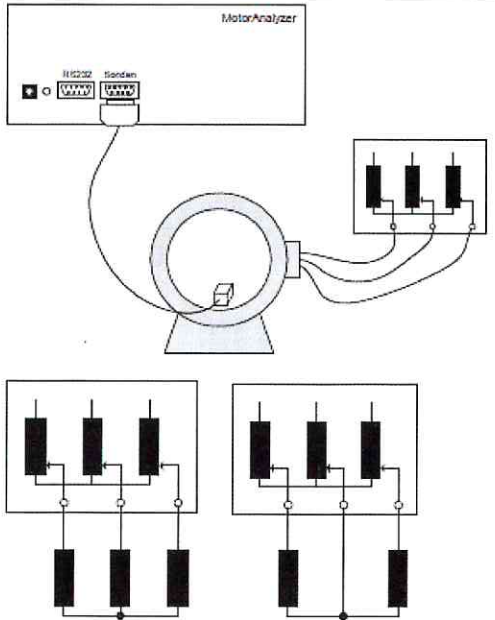
12.1 Směr otáčení pole statoru (Rotation Direction)

Pro měření směru otáčení je nutné připojit stator na zdroj trojfázového proudu. Pro tyto účely se obvykle používají zkušební zdroje. Pro účely testu vyhoví i zdroj s napětím kolem 30 V.

Nejllepší je, nastavíte-li nejprve napětí zdroje na 0 V. Potom přiložte sondu magnetického pole na stator a stiskněte Spouštěcí tlačítko. Zvyšujte napětí zdroje dokud MotorAnalyzer nezačne indikovat otáčivé pole.

UPOZORENÍ
Během testu je samozřejmě nutné brát do úvahy proud tekoucí statorem. Za žádných okolností nedovolte, aby přesáhl jmenovitý proud motoru.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
 Třífázový motor Jednofázový motor	Rotat.Dir. = Stator Test směru otáčení pole pomocí Hallové sondy. Pro tento test je třeba přikoupit speciální sensor magnetického pole s Hallovou sondou (403103). 	 right right SetUp Help Otáčení ve směru hodinových ručiček Phase missing? Chybějící fáze? Setup Help

i V případě strojů s vyšším počtem pólů nemusí být měření zcela přesné. V takovém případě pohněte sondou kolem statoru. U statorů s velmi vysokým počtem pólů může být nutné pohybovat sondou po celém obvodu statoru a sledovat průběh signálu. Směr pole, které je testerem indikováno nejčastěji, pak berte jako správný směr. Ve zvláštních případech můžeme dodat delší sondu s odlišným provedením.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

i Nezapomeňte, že směr pole lze měřit také u jednofázových motorů, viz příslušné schéma zapojení v tabulce.

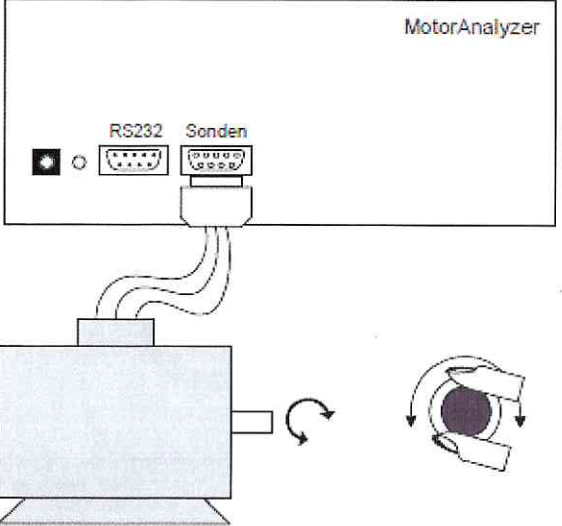
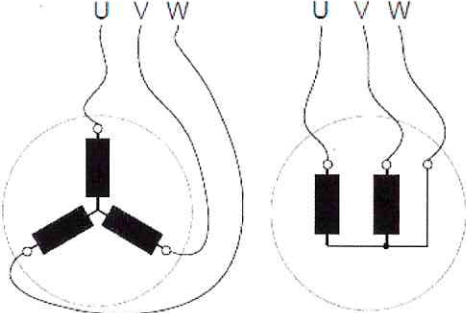
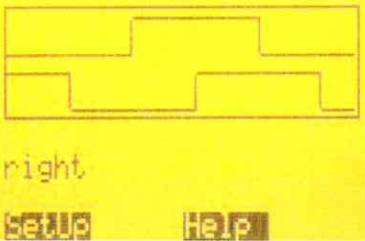
12.2 Směr otáčení motoru (Rotation Direction)

Při test směru otáčení motoru je potřeba připojit MotorAnalyzer zvláštními kabely na svorky statoru zapojeného do hvězdy či trojúhelníku. Dbejte na to, abyste tester připojili správnými kabely na svorky U, V a W.

V nastavení testu zvolte správný typ měření (**Motor**). Spustíte test a otáčejte hřídelem motoru. MotorAnalyzer bude indikovat příslušný směr otáčení motoru z pohledu hřídele.

Směr otáčení je **správný**, otáčíte-li hřídelem **ve směru hodinových ručiček** a MotorAnalyzer zobrazuje otáčení vpravo (**right**), nebo otáčíte-li **proti směru hodinových ručiček** a MotorAnalyzer zobrazuje vlevo (**left**).

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**. Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko **S1**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Rotat.Dir. = Motor Test otáčení motoru ročním otáčením hřídele. Pro tento test je třeba přikoupit speciální sadu kabelů (403112).  Jednofázový motor 	 V případě hlášení: ? / Rotate faster ? MotorAnalyzer není schopen určit směr otáčení. V takovém případě otáčejte hřídelem rychleji.

SetUp Po stisknutí tlačítka **S1** je zpřístupněno menu pro nastavení této testovací metody.

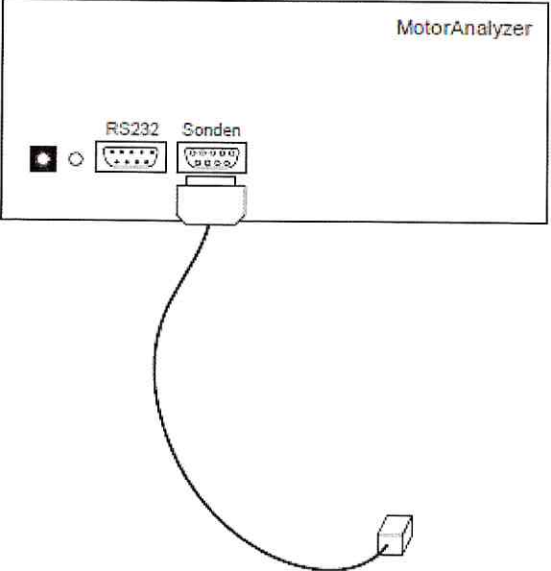
Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

 Mějte na paměti, že test je vhodný pro testování třífázových motorů s **kotvou nakrátko**.

13 Test intenzity pole (Field Test)

Pomocí sondy magnetického pole je možné změřit intenzitu a polaritu elektromagnetického pole. Ta je na displeji indikována graficky vodorovnou čarou.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**.

Zapojení	Nastavení	Displej
	Pro tento test je třeba přikoupit speciální sensor magnetického pole s Hallovou sondou (403105 nebo 403108).	

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda.

Remem Po ukončení měření lze tlačítkem **S2** uložit poslední změřenou hodnotu.

14 Induktivní testy

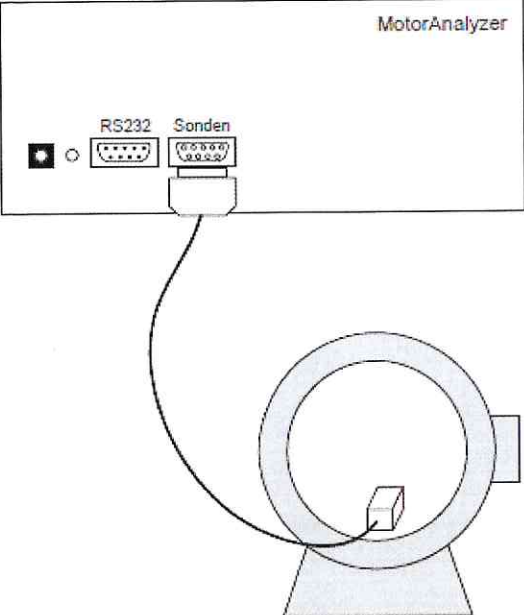
14.1 Mezizávitový test statoru (Induction)

Mezizávitové testy se obvykle provádí rázovou zkouškou.

Eventuálně lze pro tento test použít speciální sondu. Vysílací cívkou v sondě je ve statorovém vinutí indukováno elektromagnetické pole. Přijímací cívkou, též integrovanou v sondě, je snímána reakce statorového vinutí. Má-li statorové vinutí mezizávitový zkrat, bude reakce silnější v místě, kde se mezizávitový zkrat nachází.

Sondu přiložte k drážce statoru a posouvejte ji po dalších drážkách. Tester sleduje rozdíl mezi jednotlivými hodnotami na drážkách. V případě, že je stator v pořádku, přístroj naměří malou nebo nulovou odchylku.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**.

Zapojení	Měření pole	Displej
	Pro tento test je třeba přikoupit speciální sondu pro mezizávitové zkraty: Typ 403106 pro 9mm drážky. Typ 403107 pro 19mm drážky.	 Na počátku testu je zesílení vždy 10. Jakmile měření přesáhne hodnotu 0,5 V, klesne zesílení o 1 a zůstane na této hladině do konce testu.

 Během měření se MotorAnalyzer snaží udržovat optimální výsledky měření. Před započítím testu sondu nejprve přiložte ke statoru a teprve potom spusťte test.

 Citlivost snížíte stisknutím tlačítka **S1**.

 Citlivost zvýšíte stisknutím tlačítka **S2**.

Remem Po stisknutí tlačítka **S3** bude do paměti přístroje uložena poslední změřená hodnota. Uložená hodnota v paměti je pak dále zobrazována svislou šipkou nad sloupcovým grafem.

 Tlačítkem **S4** aktivujete zvukový signál, který indikuje, zda je měřená hodnota přibližně stejná jako uložená hodnota.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda (před testem).

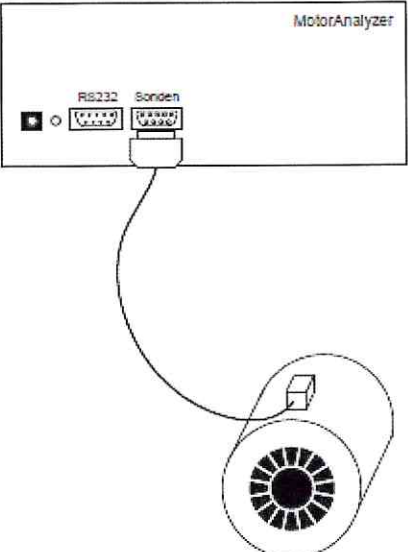
14.2 Mezizávitový test rotoru (Induction)

Mezizávitové testy se obvykle provádí rázovou zkouškou.

Eventuálně lze pro tento test použít speciální sondu. Vysílací cívkou v sondě je ve statorovém vinutí indukováno elektromagnetické pole. Přijímací cívkou, též integrovanou v sondě, je snímána reakce rotorového vinutí. Má-li rotorové vinutí mezizávitový zkrat, bude reakce silnější v místě, kde se mezizávitový zkrat nachází.

Sondu přiložte k drážce rotoru a posouvejte ji po dalších drážkách. Tester sleduje rozdíl mezi jednotlivými hodnotami na drážkách. V případě, že je stator v pořádku, přístroj naměří malou nebo nulovou odchylku.

Pro spuštění a zastavení testu stiskněte **Spouštěcí tlačítko**.

Zapojení	Měření pole	Displej
	Pro tento test je třeba přikoupit speciální sondu pro mezizávitové zkraty: Typ 403106 pro 9mm drážky. Typ 403107 pro 19mm drážky.	 Na počátku testu je zesílení vždy 10. Jakmile měření přesáhne hodnotu 0,5 V, klesne zesílení o 1 a zůstane na této hladině do konce testu.

 Během měření se MotorAnalyzer snaží udržovat optimální výsledky měření. Před započítím testu sondu nejprve přiložte ke statoru a teprve potom spusťte test.

 Citlivost snížíte stisknutím tlačítka **S1**.

 Citlivost zvýšíte stisknutím tlačítka **S2**.

Remem Po stisknutí tlačítka **S3** bude do paměti přístroje uložena poslední změřená hodnota. Uložená hodnota v paměti je pak dále zobrazována svislou šipkou nad sloupcovým grafem.

 Tlačítkem **S4** aktivujete zvukový signál, který indikuje, zda je měřená hodnota přibližně stejná jako uložená hodnota.

Help Po stisknutí tlačítka **S3** je otevřena nápověda (před testem).

 Při měření na stejnosměrných rotorech je třeba vzít na zřetel vliv ekvalizérů na výsledky měření. Ekvalizéry mohou způsobovat opakující se odchylky.

15 Nastavení MotorAnalyzeru (Setup)

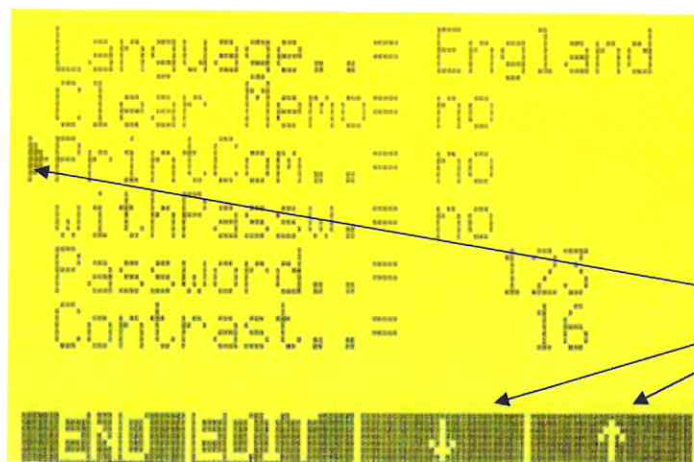
V menu nastavení můžete změnit základní parametry přístroje.

Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko S1.

Nastavení		Displej
Language = England	Nastavení jazyka testeru (angličtina, němčina, italština)	
Clear Memo = no	MotorAnalyzer má vnitřní paměť pro uložení výsledků měření. Stisknutím tlačítka S4 uložíte výsledky měření do této paměti. Pomocí aplikace PrintCom je možné obsah paměti stáhnout do počítače a zobrazit v aplikaci. V případě, že paměť přístroje je plná a nelze se k přístroji připojit pomocí PrintCom, volbou yes u této položky vymažete všechny uložené hodnoty z měření.	
PrintCom = yes	yes Interní paměť přístroje pro ukládání výsledků měření lze touto položkou zapnout nebo vypnout. Při používání aplikace PrintCom musí být položka nastavena na yes. no Aplikace PrintCom nebude používána, interní paměť bude vypnuta.	
WithPassw = no	V této verzi firmwaru tato položka nemá význam.	
Password = 123	V této verzi firmwaru tato položka nemá význam.	
Contrast = 128	Nastavení kontrastu displeje	
BasicTemp = 20	Základní teplota, na kterou bude přepočítáván odpor vinutí. Více naleznete ve Slovníku pod pojmem Teplota okolí.	
PTC-quest = yes	Po vybrání testu měření odporu vinutí Otočným přepínačem se nejprve zobrazí hlášení, že termistor PTC může být vysokým proudem zničen. Touto položkou nastavíte, zda budete chtít měřit PTC či nikoli.	

16 Změny v nastavení

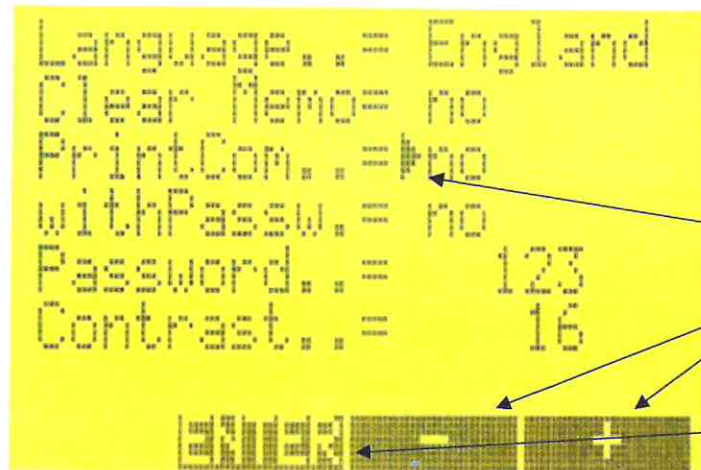
Po přechodu do menu SetUp, uvidíte obrazovku jako na tomto příkladu:



Pomocí tlačítek **S3** (↓) a **S4** (↑) můžete pohybovat kurzorem dolů a nahoru.

Kurzor
S3
S4

Pokud na požadovaném řádku stisknete tlačítko **S2 (EDIT)**, přejde šipka kurzoru na stranu nastavitelné hodnoty.



Tlačítky **S3** (-) a **S4** (+) můžete změnit hodnotu položky.

Potvrzení změny provedete stisknutím tlačítka **S2 (ENTER)**.

Kurzor
S3
S4
S2

17 Dálkové ovládání

MotorAnalyzer lze spouštět dálkově. Pro tento účel je na přední straně přístroje vyveden konektor pro nožní spínač. Na něj lze připojit beznapěťový spínač.

 Spínač dálkového ovládání by měl být co nejbližší k MotorAnalyzeru, aby rušení, indukovaná do kabelu, nezpůsobovala chybnou funkci přístroje.

Kontakt slouží pro spouštění a ukončení testu. Jeho funkce závisí na aktuální situaci a zvoleném testu. Vzdálená volba metody testu není možná.

18 PrintCom – aplikace pro PC se systémem Windows®

Aplikace PrintCom slouží pro stahování výsledků testů do PC a tisk protokolů.

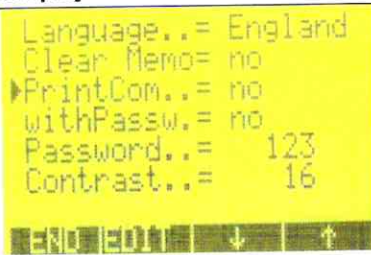
Jsou dvě metody použití:

1. Výsledky testů jsou okamžitě přenášeny do počítače během měření (online metoda).
2. Výsledky testů jsou ukládány do dočasné paměti v přístroji pro pozdější stažení (offline metoda). Tato metoda je určena především pro měření např. u zákazníka, kde jsou provedeny všechny testy a ty jsou posléze na staženy do PC pro tisk protokolu.

PrintCom zobrazuje výsledky měření ve formě tabulky. Jakmile provedete všechny potřebné testy, můžete naměřená a stažená data uložit do formátu EXCEL® a z této aplikace jej vytisknout.

Aby aplikace PrintCom mohla s testerem spolupracovat, je potřeba tuto podporu aktivovat v nastavení přístroje.

Pro vyvolání menu nastavení (SetUp) stiskněte funkční tlačítko "S1".

Nastavení			Displej
PrintCom = yes	yes	Interní paměť přístroje pro ukládání výsledků měření lze touto položkou zapnout nebo vypnout. Při používání aplikace PrintCom musí být položka nastavena na „yes“.	
	no	Aplikace PrintCom nebude používána, interní paměť bude vypnuta.	

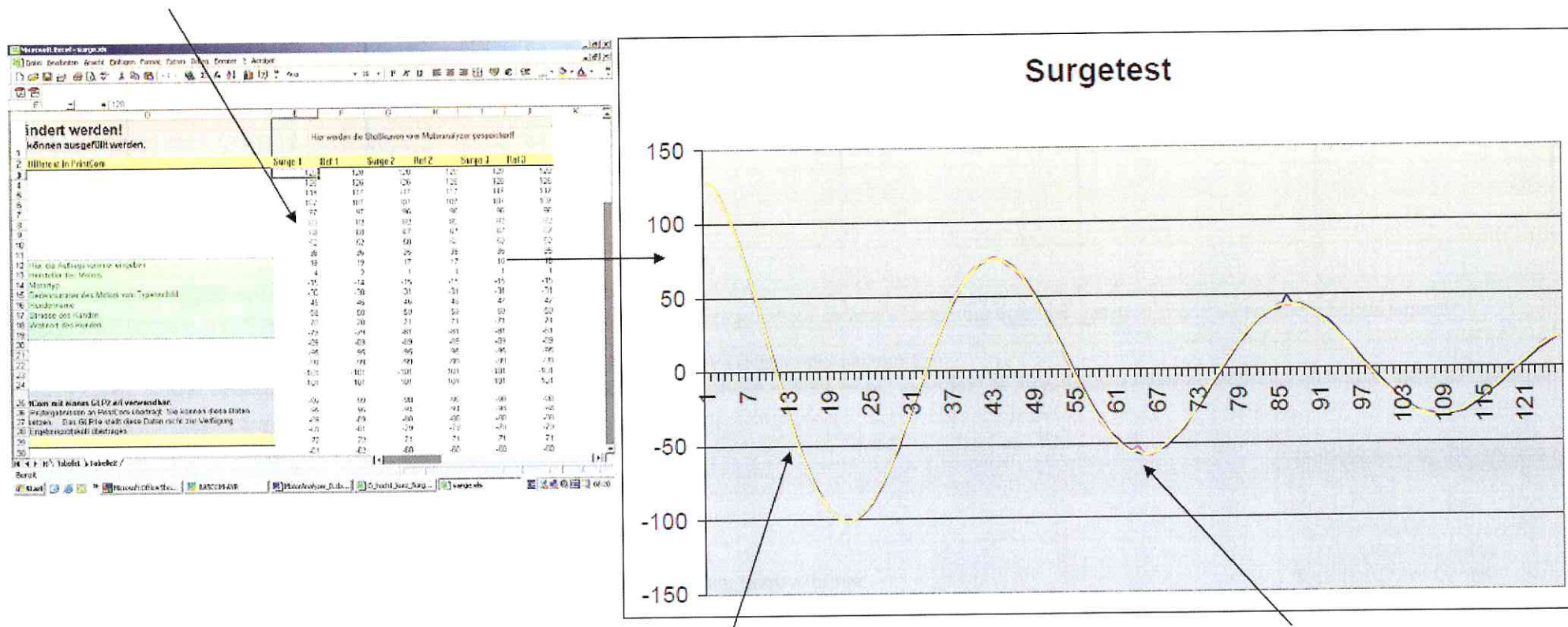
Další informace získáte v manuálu k aplikaci PrintCom.

Výsledky testů uložíte do vnitřní paměti stisknutím tlačítka **S4**. PrintCom tyto hodnoty stáhne do PC. Výhodou je, že PrintCom přenesení do protokolu pouze výsledky, které byly označeny jako „vyhovující“ (go), nebo výsledky, které chcete, aby byly přeneseny (stisknutím tlačítka **S4**).

Print Volba tlačítka "S4" je aktivní pouze po ukončení testu a nastavení položky PrintCom na **yes** v nastavení přístroje. Tlačítko je možné stisknout pouze jednou.

Po té je zobrazeno **---**, aby se zamezilo dvojímu uložení stejného výsledku.

Při ukládání výsledků rázové zkoušky aplikace PrintCom přenese také průběhy všech tří oscilačních křivek. Ty jsou uloženy do tabulky na listu **Table 2**. Tyto křivky pak lze vynést do grafu pomocí funkcí v aplikaci EXCEL®.



Grafické zobrazení křivek získáte běžnou funkcí tvorby grafu v aplikaci EXCEL®

Pokud MotorAnalyzer vypnete a opět zapnete, oscilační křivky nebudou v paměti zachovány. Pokud je chcete přenést do počítače, musíte tak učinit před vypnutím testeru.

[illegible]

V dodávce naleznete základní formuláře pro tisk vlastních protokolů, které si můžete přizpůsobit.

Start » Microsoft Office Shortcut... MotorAnalyzer_D.doc - ... D_hoch1_kurz_Surge.xls surge.xls 08:32

41

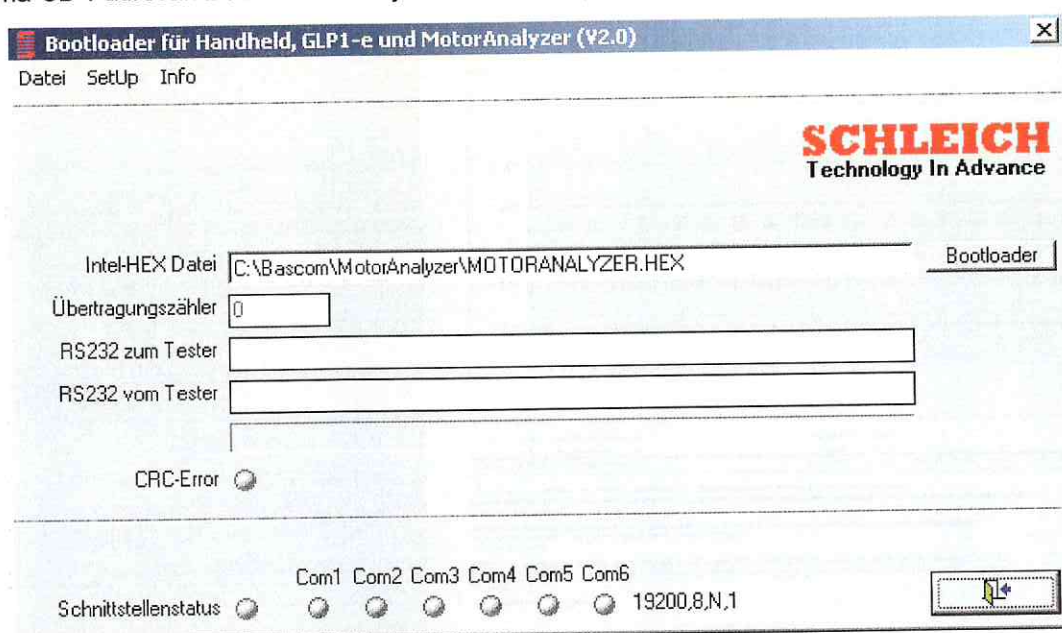
19 Bootlaoder – aktualizace firmwaru testeru

19.1 Obecné informace

Bootloader je program, který umožňuje do testeru nahrát novou verzi ovládacího programu (firmwaru) bez nutnosti výměny paměti EPROM.

Firmware testeru je uložen ve speciální programovatelné paměti. Pomocí zvláštní funkce je možné jej uživatelsky aktualizovat. To umožňuje udržovat tester v aktuálním stavu bez nutnosti výměny vnitřních součástek.

Aplikace Bootloader je nahrána na instalačním CD, který je dodáván s testerem. Tuto aplikaci je nejprve třeba nainstalovat na PC, spuštěním souboru **setup.exe**, umístěným na CD v adresáři **Bootloader**. Po jeho instalaci a spuštění se objeví toto okno:



Abyste do testeru mohli nahrát novou verzi programu, je nejprve nutné vybrat příslušný soubor (*.hex).



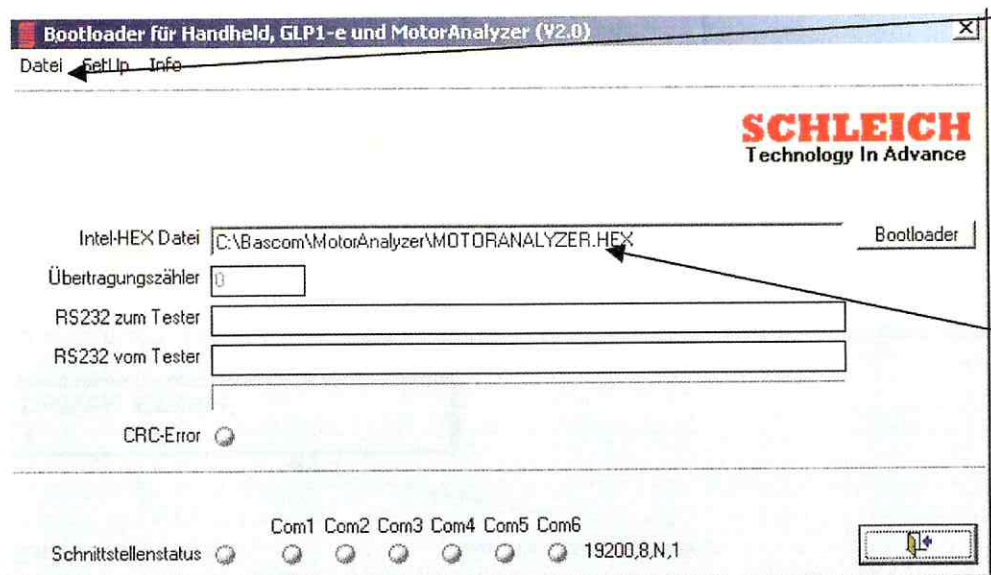
Bude-li to nutné, zašleme vám příslušný soubor emailem.



Upozornění: Během aktualizace testeru, nesmí na PC běžet žádný další program. Vypněte proto všechny programy, které by mohly narušit chod aktualizace a vést tak nesprávnému nahrání firmwaru do testeru. Během nahrávání (asi 10 minut) by neměl na počítači naskočit ani spořič obrazovky.

19.2 Nahrávání firmwaru

Pro výběr souboru s novým firmwarem, klikněte v menu Bootloaderu na položku **Datei - Laden**.



Ve standardním okně pro výběr souboru vyberte soubor s firmwarem, který jste od nás obdrželi emailem, a který jste si uložili na disk.

Po výběru souboru je program připraven k přenosu dat do testeru.



Upozornění: Vyberte, prosím, pouze soubor, který jsme vám zaslali emailem. Jeho název je **Motoranalyzer.hex**. Pokud vyberete jiný soubor a nahrajete jej do testeru, nebude přístroj fungovat a bude nutné jej zaslat k opravě.



Upozornění: Nahrávání firmwaru nesmí být za žádných okolností přerušeno, jinak přístroj nebude fungovat a bude nutné jej zaslat k opravě. Ujistěte se proto, že tester je trvale napájen ze síťového nabíječe.

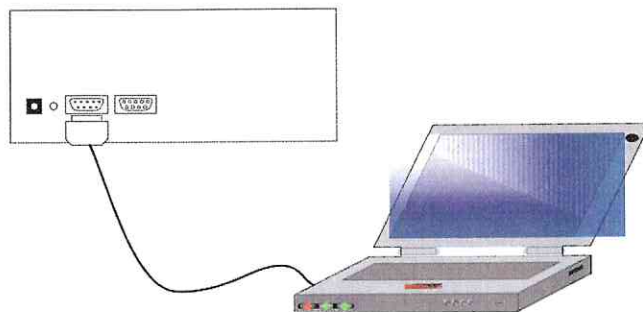


Upozornění: Před nahráváním firmwaru zkontrolujte číslo aktuální verze firmwaru vašeho testeru. Číslo verze se objeví po zapnutí přístroje na spodním řádku displeje.

Srovnáním čísla verze před a po aktualizaci zjistíte, zda se provedla v pořádku.

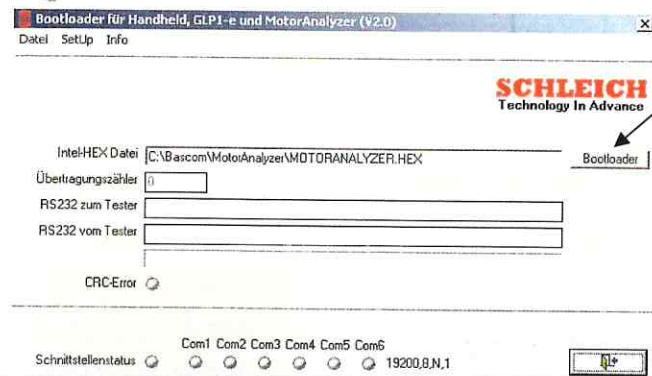


Pro přenos dat mezi testerem a počítačem použijte sériový kabel.





Po výběru souboru s firmwarem klikněte na tlačítko **Bootloader**.



Program nyní otestuje, je-li možné navázat komunikaci s přístrojem. Tato operace zabere několik sekund. Pokud je spojení navázáno, může být aktualizace firmware spuštěna. Na displeji přístroje se objeví nápis:
„Remote PC... For programming, please follow the instructions of the program Bootloader carefully“

Informace ke speciální vypínací a zapínací operaci během spouštěcího procesu:

Během aktualizace budete aplikací Bootloader vyzváni, abyste přístroj vypnuli a opět zapnuli. Jakmile přístroj vypnete, stiskněte najednou tlačítka **S2** a **S3**. Tlačítka držte a zapněte jej zadním vypínačem. Tester se přepne do čtecího režimu a je připraven k přenosu dat z počítače. Asi po dvou sekundách můžete obě tlačítka pustit. Na displeji se neukáže nic. To je zcela v pořádku. Tento postup nepoužívejte dříve, než vás k tomu Bootloader vyzve.

Pokud budete vykonávat instrukce programu přesně, není třeba se obávat problémů.



Během nahrávání bude na počítači narůstat modrý sloupec, informující o času do konce.



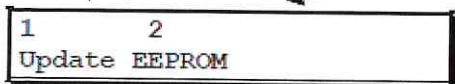
Po ukončení aktualizace se tester automaticky restartuje. Nyní zkontrolujte, zda je v přístroji nahrána správná verze firmwaru.



Upozornění: Po přehrání se na displeji testeru může objevit tato zpráva:

Stará verze firmwaru

Update na novou verzi

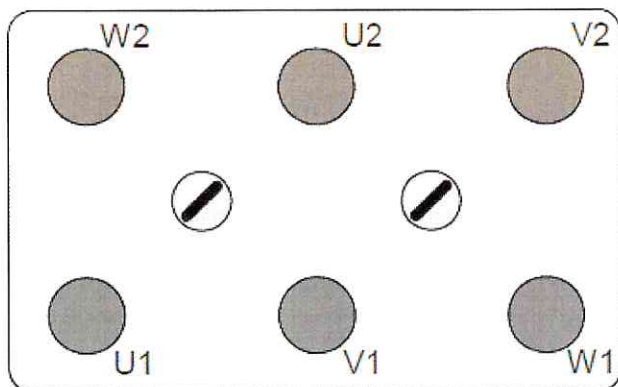


To je normální. Tester pouze naznačuje, že po aktualizaci byly všechny proměnné nastaveny na výchozí hodnoty. Po dalším spuštění testeru se tato obrazovka již neukáže.

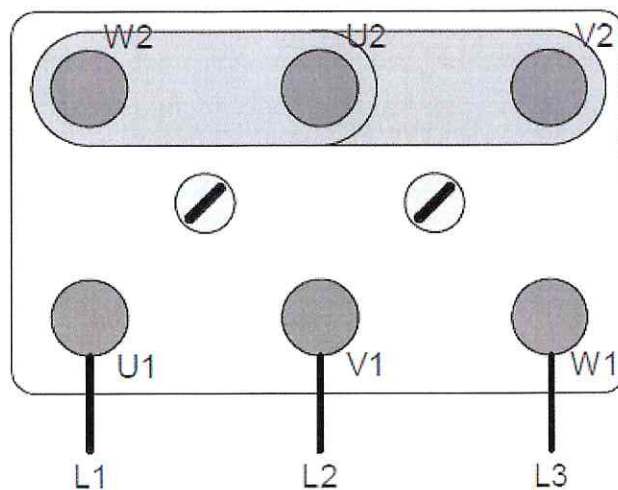
20 Slovník

20.1 Zapojení svorkovnice třífázového motoru

Standardní označení svorek



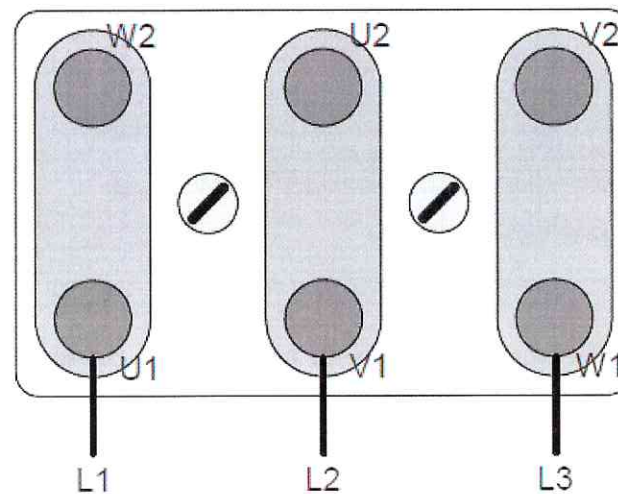
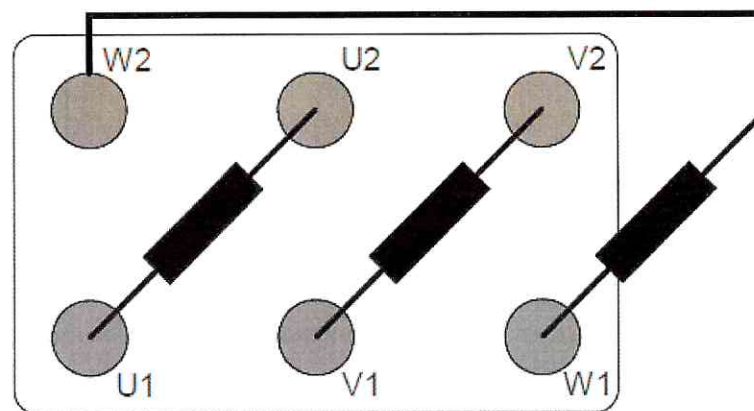
Umístění propojovacích můsteků



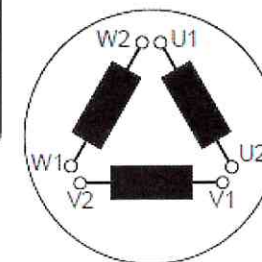
Zapojení do hvězdy

Při testování připojte MotorAnalyzer na svorky U1, V1 a W1.

Připojení cívek motoru ke svorkovnici



Zapojení do trojúhelníka

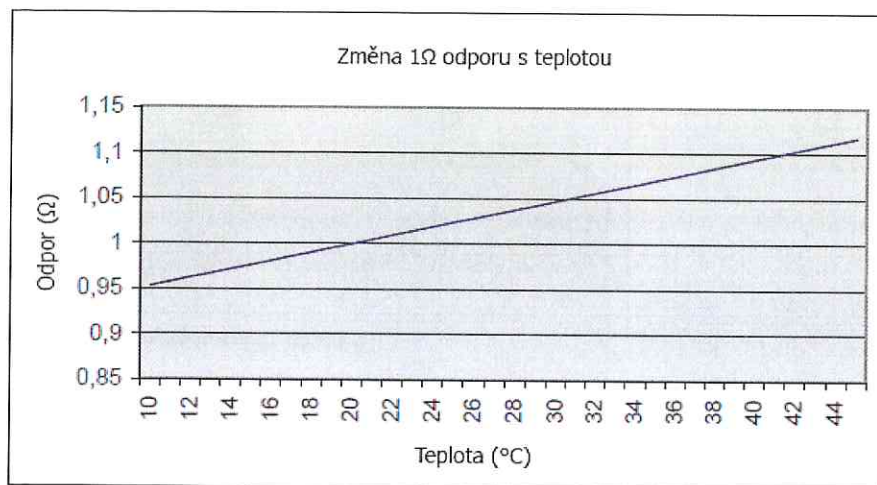


20.2 Kompenzace odporu na okolní teplotu

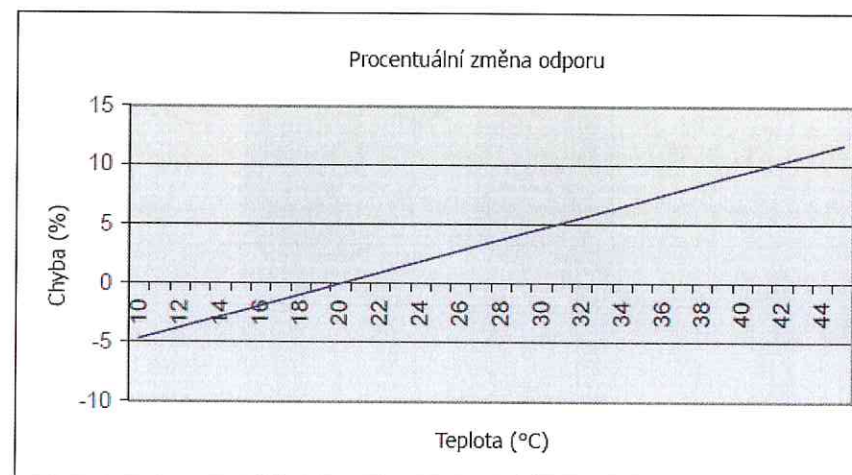
Velikost odporu měděného vinutí silně závisí na jeho teplotě. Zvýšení teploty např. o 10 °C způsobí zvýšení odporu asi o 5 %. V případě, že je třeba srovnávat hodnoty odporu vinutí motorů např. se specifikacemi, které udává výrobce, musí mít motor stejnou teplotu, jakou udává výrobce ve specifikacích. To je v praxi těžko realizovatelné. Z tohoto důvodu se spolu s hodnotami odporů uvádí také velikost referenční teploty, při které byl odpor měřen. V Evropě a v dalších zemích, kde jsou teploty relativně nízké, byla stanovena referenční teplota 20 °C. V zemích s vyššími teplotami (např. Brazílie) je referenční teplota 25 °C.

Pomocí matematické funkce, která je v MotorAnalyzeru naprogramována, je možné hodnoty odporů velice snadno přepočítat. Proto, aby MotorAnalyzer byl schopen velikost odporu přepočítat na referenční teplotu, musí znát aktuální teplotu statoru. Toho lze dosáhnout dvěma různými postupy:

1. Teplotu okolí změří automaticky pomocí připojeného teplotního čidla. Předpokládá se přitom, že teplota statoru je stejná.
2. Pomocí externího teploměru je změřena teplota statoru přímo a vložena do nastavení testeru. Tímto způsobem je zajištěn nejpřesnější přepočet velikosti odporu na referenční teplotu.

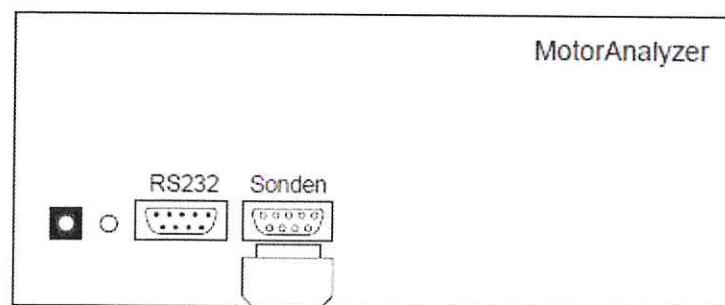


Obr. 20.2.1 Změna velikosti odporu 1Ω rezistoru, stanoveného při 20 °C, se změnou teploty.



Obr. 20.2.2 Procentuální odchylka chyby měření odporu vztaženého na referenční teplotu 20 °C.

Referenční teplotu (obvykle 20 °C) lze změnit v nastavení přístroje (**Setup**). V průběhu měření odporu je velikost referenční teploty indikována zde.



Snímač okolní teploty, který při pojit do multifunkčního konektoru na zadním panelu testeru, lze objednat samostatně.

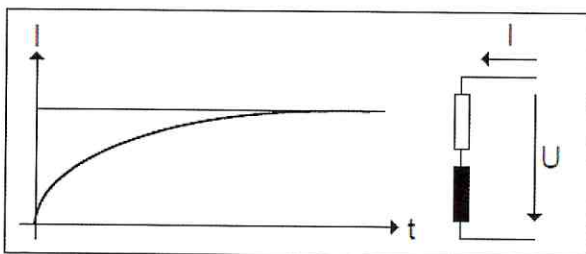
Teplota okolí, měřená teplotním snímačem, je zobrazena zde. Tato hodnota je použita pro přepočet odporu vinutí na nastavenou referenční teplotu.

20.3 Testovací čas při měření odporu indukčností

Při měření odporu indukčností je třeba vzít v úvahu fakt, že v okamžiku připojení ohmmetru cívkou neprochází plný měřicí proud. V počátku je průchod proudu omezen indukčností cívky. Správná hodnota měřicího proudu se v obvodu ustálí až po určité době od počátku měření. Velikost ustáleného měřicího proudu pak závisí pouze na velikosti napětí napájecího zdroje v ohmmetru a činném odporu cívky. U malých motorů (do velikosti 132 – malá indukčnost) je zpoždění do plné velikosti měřicího proudu malé oproti zpoždění u velkých motorů s velkými indukčnostmi.

Při nastavení **Meas. type = Continu** (průběžné měření) nemá popsany efekt takový význam pro přesnost měření, protože po určité době měření se hodnoty odporů měřených cívek ustálí.

Při nastavení **Meas. type = Single** (jednorázové měření) má efekt zpoždění výrazný vliv na přesnost měření. Bude-li doba měření příliš krátká na to, aby se proud ustálil, je zřejmé, že změřená hodnota odporu nebude správná.



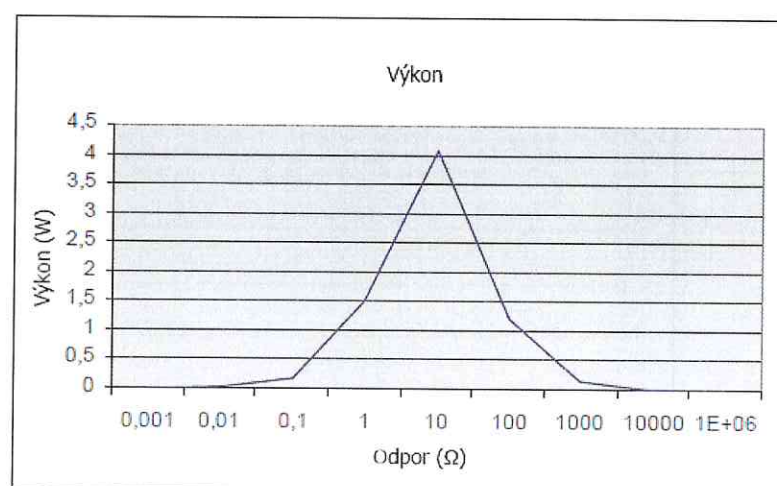
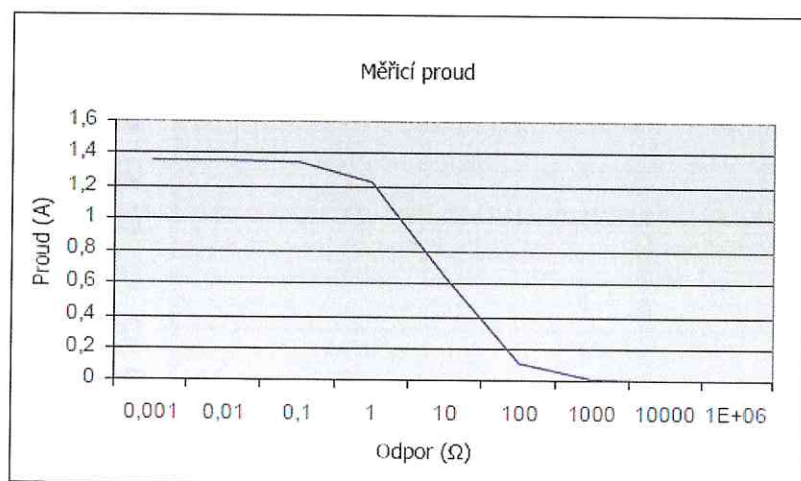
Z praxe vyplývá, že „nabíjecí čas“ je při měření plně osazeného motoru výrazně vyšší než u samostatného statoru. Např. u motoru o výkonu 300 HP (223 kW) není neobvyklé, že se měřicí proud ustálí až po 8 sekundách.

Je-li nastaven krátký čas měření, bude měřená hodnota odporu nestabilní. Přístroj bude ukazovat vysokou hodnotu odporu, protože ačkoliv je k motoru připojen zdroj o plném napětí, proud bude stále malý.

20.4 Měření odporu – graf měřicího proudu

Aby bylo možné měřit i ty nejmenší odpory s dostatečnou přesností je důležité, aby měřicí proud byl co nejvyšší. To pro běžné měření odporu vinutí není žádný problém, avšak při měření např. odporových teplotních čidel (termistorů) v motorech, může vysoký měřicí proud čidlo nenávratně poškodit.

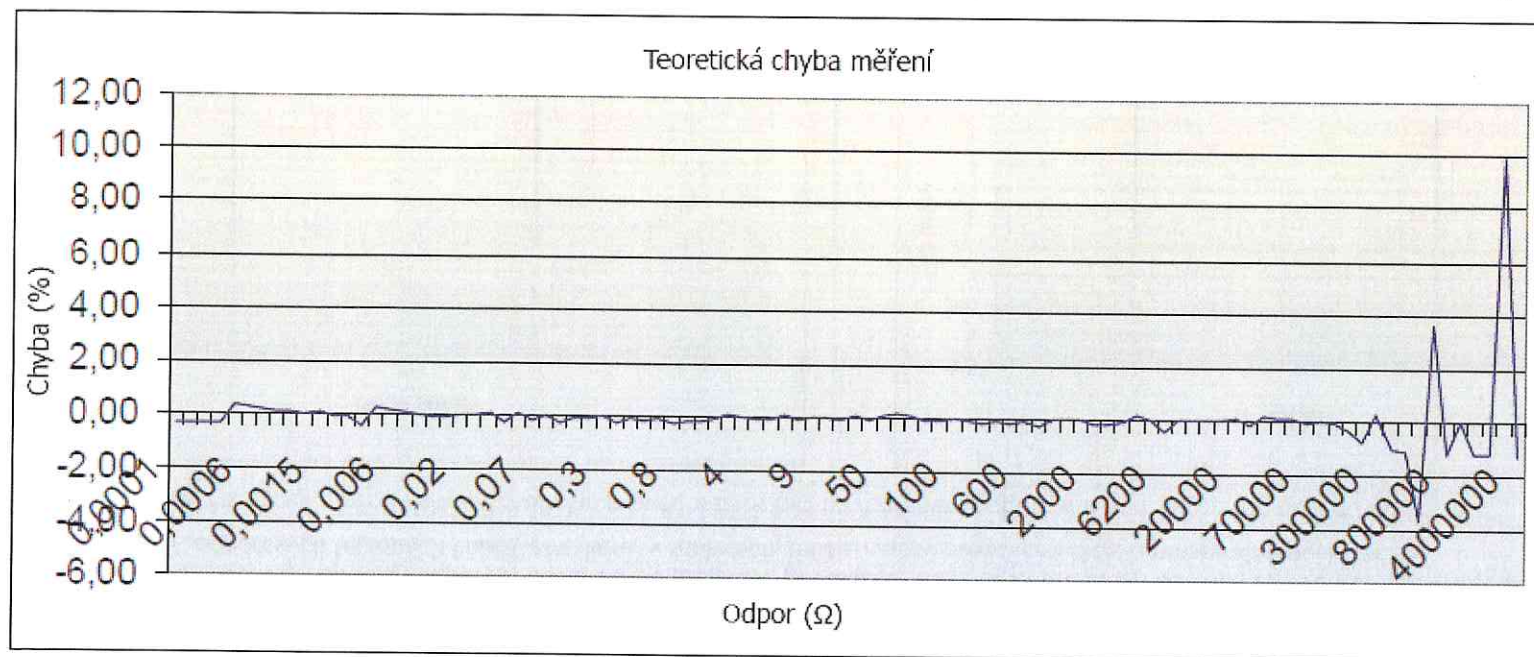
Následující grafy zachycují možné velikosti měřicího proudu v závislosti na měřeném odporu a výkon, jaký je do obvodu dodáván.



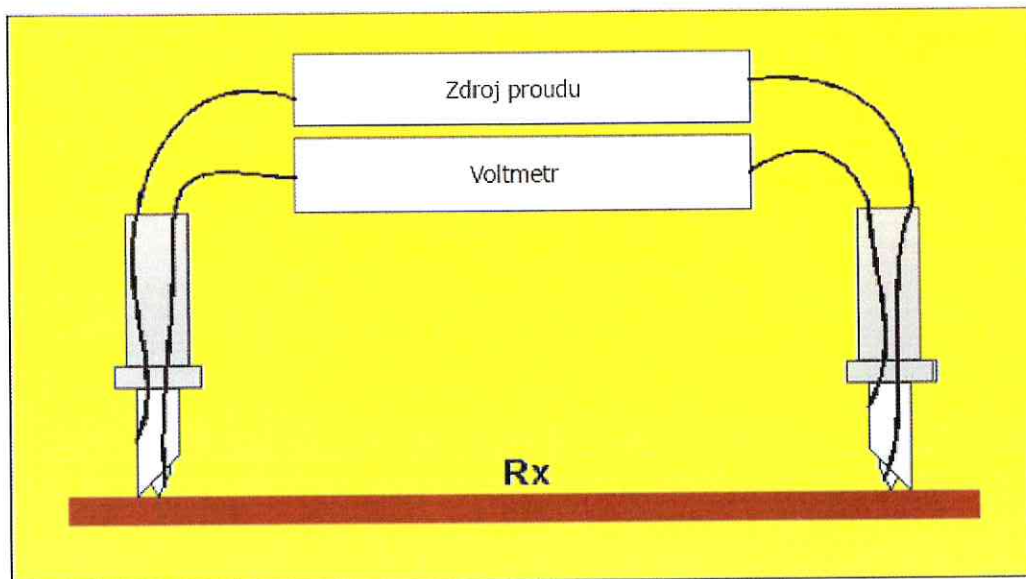
UPOZORNĚNÍ: Pouze při nastavení měření odporu **test PTC = yes** je měřicí proud omezen na bezpečnou velikost, kdy i při té nejhorší situaci nepřekročí hodnotu 2,9 mA.

20.5 Nejistoty při měření odporu

Nejistota měření odporu přístrojem MotorAnalyzer je přibližně 0,5 % z měřené hodnoty v rozsahu 10 m Ω až 100 k Ω . Je-li velikost odporu nižší nebo vyšší, chyba měření roste.



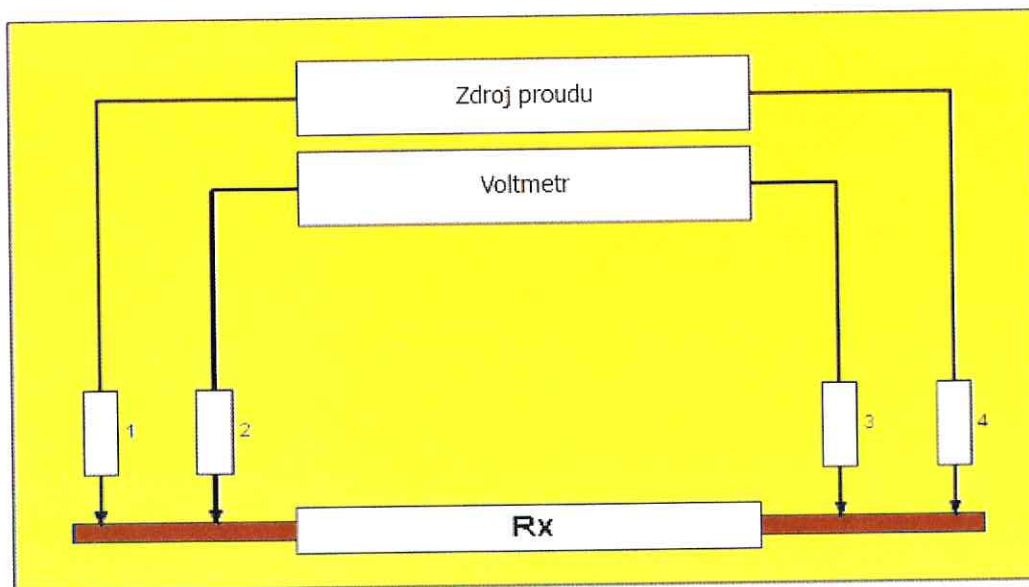
20.6 Čtyřvodičové měření odporu (Kelvinovo měření)



Obrázek ukazuje měření odporu R_x pomocí dvou sond. Každá měřicí sonda má dva vzájemně izolované kontaktní hroty. Měřený odpor je tedy k ohmmetru připojen čtyřmi kontakty, čímž je kompenzován vliv přechodový odporů připojených sond. Jeden pár kontaktů přivádí do měřeného odporu proud a druhý pár snímá úbytek napětí. Protože přechodový odpor proudových kontaktů se nachází vně měření napětí, nemá na výsledek měření žádný vliv. Podmínkou použití této metody je voltmetr s vysokým vnitřním odporem, vůči němuž je přechodový odpor mezi sondami a měřeným objektem zanedbatelně malý.

Tato metoda se používá pro měření malých odporů (obvykle pod $1\ \Omega$), tedy především u motorů velkých výkonů s nízkým odporem vinutí.

Pokud je připojení čtyř měřicích sond k měřenému objektu problematické, má stále význam použít čtyři měřicí kabely, čímž se potlačí vliv odporu přívodních kabelů i přechodových odporů kontaktních relé uvnitř přístroje.



Na obrázku jsou vidět jednotlivé odpory měřicího obvodu. Odpory 1 a 4 představují přechodové odpory kontaktů proudových sond, odpory 2 a 3 jsou přechodové odpory kontaktů napěťových sond. Jak je z obrázku patrné, na měření úbytku napětí na odporu Rx nemá úbytek na odporech 1 a 4 žádný vliv, protože se nachází mimo úsek, kde je napětí snímáno. Pokud je vnitřní odpor voltmetru dostatečně vysoký, oproti odporům 2 a 3, bude chyba měření úbytku napětí zanedbatelná.

Firma Schleich nabízí různé typy sond umožňující čtyřvodičové zapojení. Na obrázku níže jsou vyobrazeny Kelvinovy kleště (4007212) a jejich připojení k jednomu konci cívky. Schématické obrázky pod fotografiemi zachycují další typy čtyřvodičových sond.

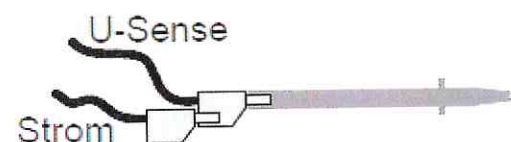
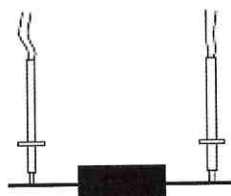


Kelvinovy kleště



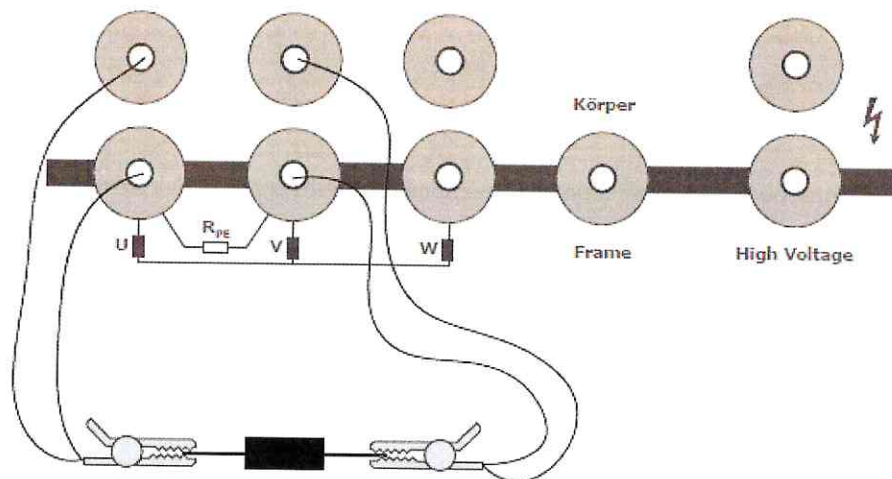
Kelvinovy hroty

Čtyřvodičové připojení k testovacím hrotům (použijte takto při měření odporu PE)

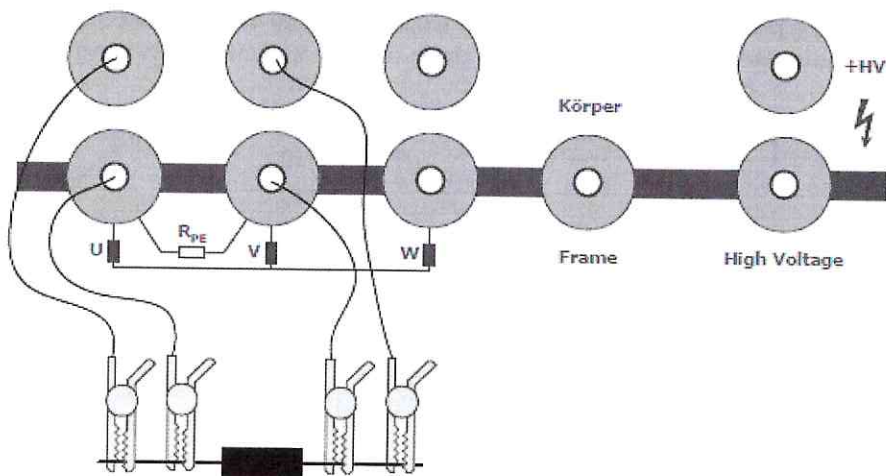


Pokud nemáte k dispozici Kelvinovy kleště, nebo obdobné sondy, můžete použít i jiné náhradní způsoby připojení:

Náhradní zapojení 1, kde je kompenzován vliv přírodních kabelů



Náhradní zapojení 2 je plně čtyřvodičové zapojení pomocí čtyř krokosvorek, které kompenzuje vliv přírodních kabelů a přechodových odporů kontaktů



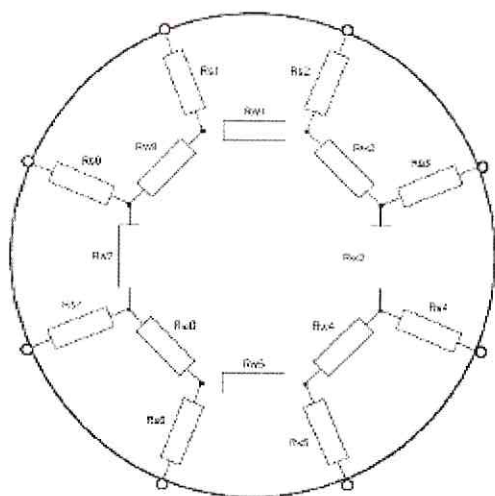
Samozřejmě, že toto zapojení lze použít i pro třífázové stroje.



Pokud měříte motor, u kterého jsou ve svorkovnici použity propojky, dbejte na to, aby byly řádně přišroubovány. Přechodové odpory uvolněných propojek mohou vnášet do měření velkou chybu.

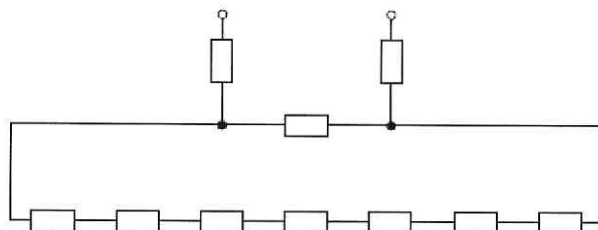
20.7 Měření odporu rotorů

Protože při měření odporu rotoru se obvykle měří odpor více cívek najednou, je tento test poněkud komplikovaný.



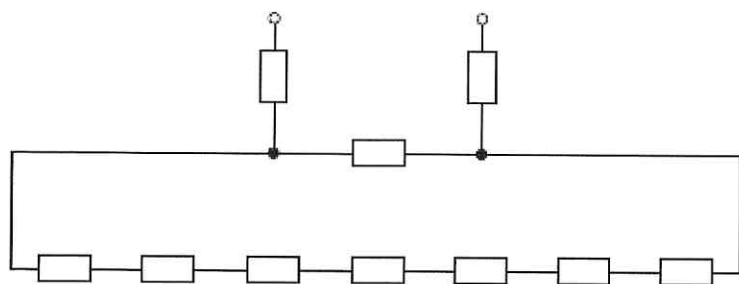
Na obrázku je zjednodušeně nakreslen rotor s osmi lamelami. Mezi každou lamelou a k ní připojenou cívkou je odpor, tzv. odpor svaru. Tento odpor je tvořen bodem svaru (nebo bodem pájení, lisování) mezi lamelou a cívkou. Samotná cívka je pak připojena k odporu svaru.

Pokud měříte odpor mezi sousedními lamelami, změříte odpor dvou (někdy i více) bodů svaru a kombinace odporu cívky mezi lamelami a paralelních cívek.

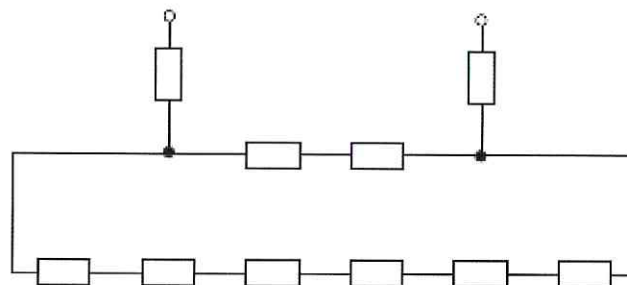


MotorAnalyzer proto neměří přímo odpor jedné cívky, ale vždy kombinaci odporů. Nicméně vzhledem k principu testu, který je založen na srovnávání odporů mezi lamelami, není tento fakt příliš zásadní. S výjimkou případu, kdy jednotlivé cívky rotoru mají různý počet závitů, nebo je rotor vybaven ekvalizačním vinutím. Pro srovnávání cívek je nicméně zásadní znalost zapojení rotoru a vlastností jednotlivých cívek. V opačném případě se lze velice snadno dostat k mylným závěrům z měření.

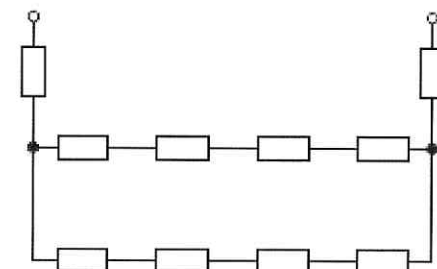
 Další chybu může do měření vnést předpoklad, že odpor mezi lamelami 1 a 2 je poloviční oproti 1 a 3 atd. Následující schémata mají tento omyl vysvětlit. Pro zjednodušení předpokládáme, že odpory cívek jsou $1\ \Omega$ a odpory svarů jsou $0\ \Omega$.



$$R = 0,875\ \Omega$$



$$R = 1,5\ \Omega$$



$$R = 2\ \Omega$$

Je zřejmé, že vzhledem k sérioparalelním kombinacím jednotlivých odporů, přímá úměra „dvojnásobná vzdálenost = dvojnásobný odpor“ neexistuje.

20.8 Rázová zkouška

Na rozdíl od standardních izolačních zkoušek, rázová zkouška podává informaci o izolačním stavu závit proti závitu, cívka proti cívce, skupina proti skupině, fáze proti fázi a za určitých podmínek také vinutí proti kostře. Může být provedeno mezi jednotlivými cívkami, fázemi nebo na připojeném statoru. Klasické izolační testy mohou odhalit chyby v izolaci proti kostře a na nepřipojených motorech také mezi fázemi.

Aby bylo možné opakovaně vyhledávat chyby v izolaci vinutí, používá se rázové napětí o nízké velikosti. Z tohoto důvodu MotorAnalyzer generuje rázové vlny o amplitudě 12 V.

Pro vyhledávání napětově závislých izolačních poruch v rámci vinutí, např. závit proti závitu, je potřeba, aby napětí mezi měřicími body (vinutími, skupinami cívek, fázemi) bylo co možná největší. Na toto jsou navrženy testery Schleich MTC3 nebo MTC4-WIN, které umožní generovat rozdílová napětí v řádech kilovoltů.

Princip rázové zkoušky

Na testované vinutí se ve velmi krátkém okamžiku přiloží impulz napětí, či „napětový ráz“. Proto se často hovoří o rázové zkoušce, či rázovém testu. Protože je napětí na vinutí přiloženo jen na velmi krátký čas, nedojde k jeho trvalému poškození. Naproti tomu standardní test vysokým napětím může, z důvodu dlouhodobějšího působení napětí, vinutí nenávratně poškodit. V praxi se poškození izolace vyvíjí pomalu v důsledku trvalého působení napětí. Od malé poruchy k trvalému poškození.

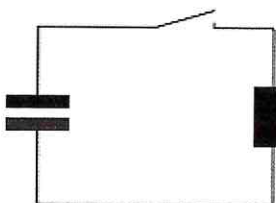
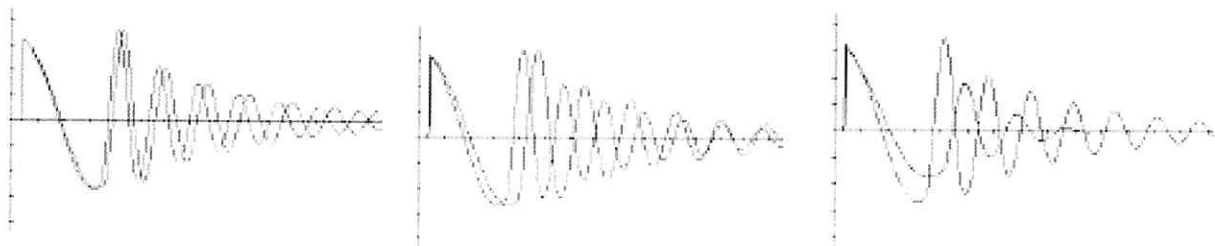
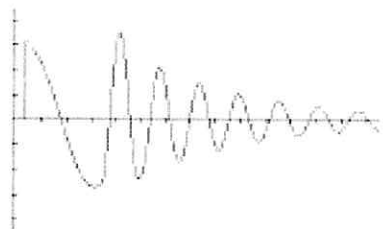


Schéma na obrázku ukazuje zjednodušené zapojení rázového testu. Kondenzátor a spínač se nachází uvnitř MotorAnalyzeru, indukčnost představuje cívku motoru.

Impulz napětí se vyrobí rychlým sepnutím spínače, kdy se energie nashromážděná v kondenzátoru vybije do cívky a zase zpět. Tento děj proběhne několikrát, dokud se energie v obvodu nevyrovná. Celý děj má oscilační charakter, kdy frekvence oscilací je dána indukčností vinutí a pozvolný útlum amplitud jednotlivých kmitů je dán činným odporem obvodu.

Takto může vypadat odezva na rázový impulz u nepoškozeného vinutí.



Toto mohou vypadat oscilace poškozených vinutí.

Rázová zkouška je srovnávacím testem

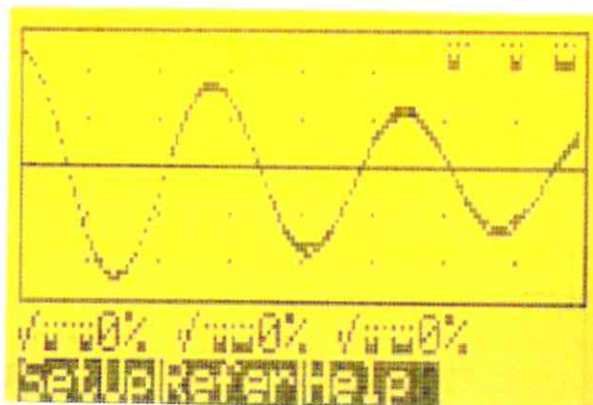
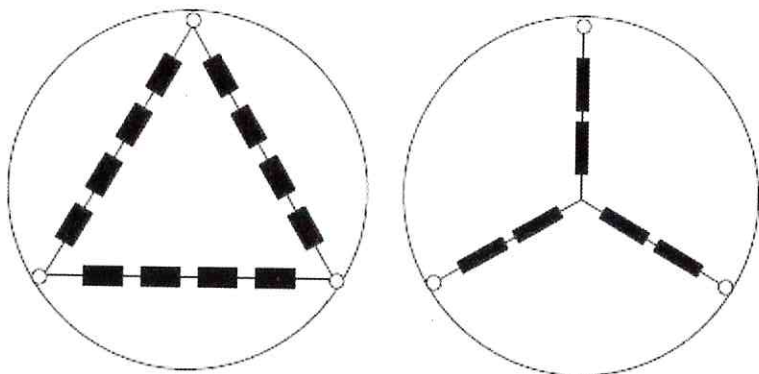
Během testu jsou srovnávány vždy dva nebo tři oscilační průběhy, buď vůči sobě navzájem, nebo vůči průběhu získaného na referenčním vinutí.

Při srovnávání průběhů z běžně vyráběných motorů můžete zaznamenat určité odchylky i v případě, že statorové vinutí není poškozeno. To je zpravidla způsobeno tím, že jednotlivá vinutí nejsou v drážkách umístěna zcela symetricky.

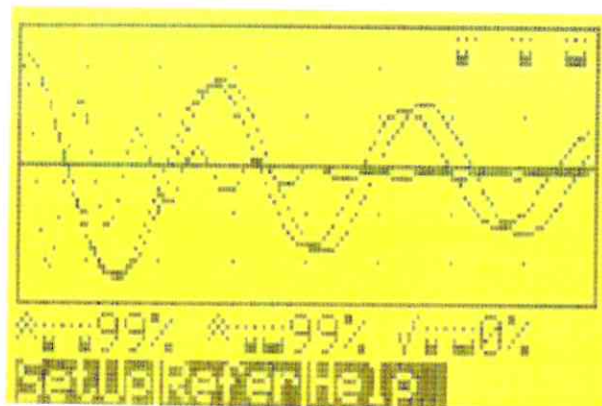
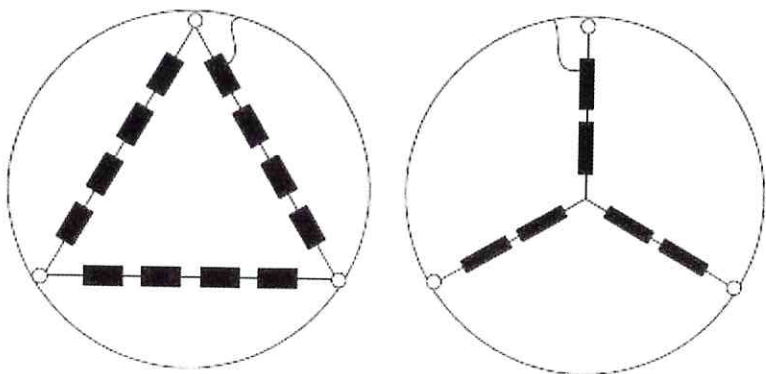
Následující obrázky ukazují typické odezvy na rázový impuls, které mohou být změřeny na vinutí zapojeného do hvězdy či trojúhelníka.

1. Stator – „go“

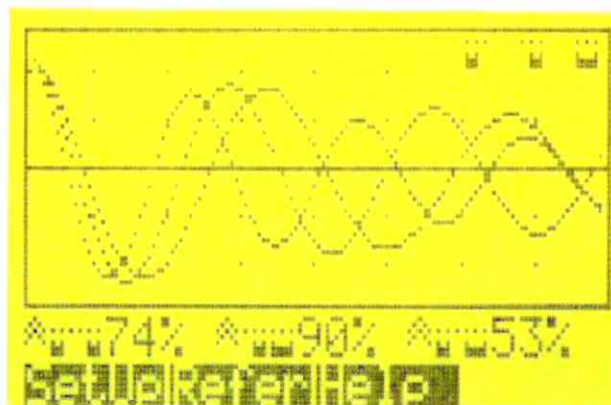
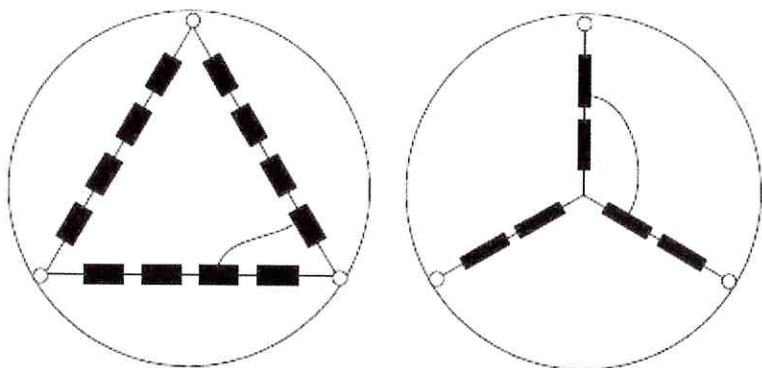
Oscilace se od sebe neliší, nebo jen velmi málo.



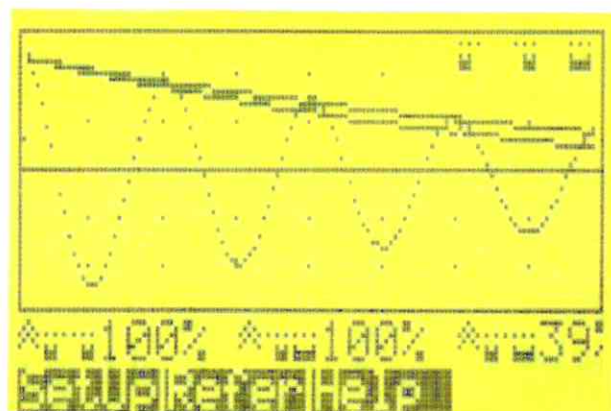
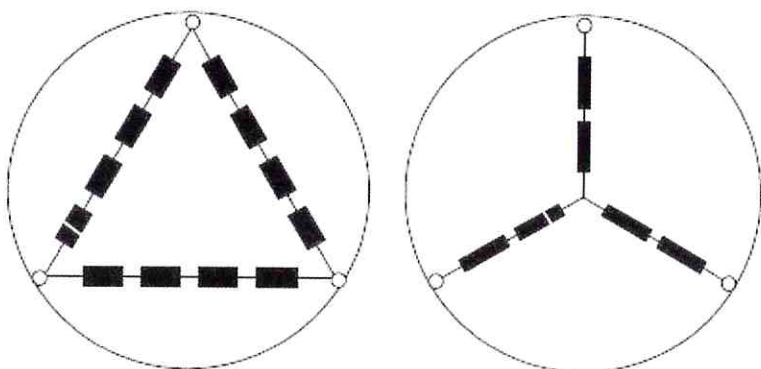
2. Průraz na kostru. Testovací metody: Rázová zkouška – Test vysokým napětím



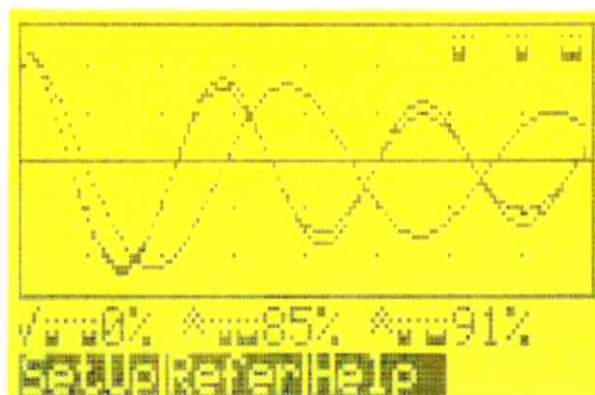
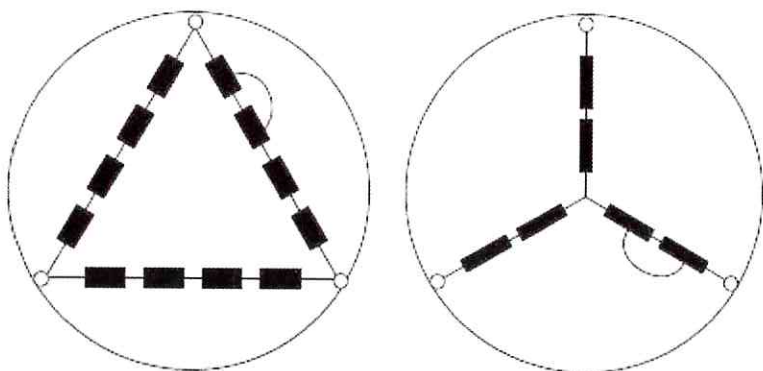
3. Průraz na kostru. Testovací metody: Rázová zkouška – Test vysokým napětím (není-li motor připojen k síti) – Měření odporu (s určitým omezením)
Oscilace se od sebe liší výrazně a nemají sinusový průběh.



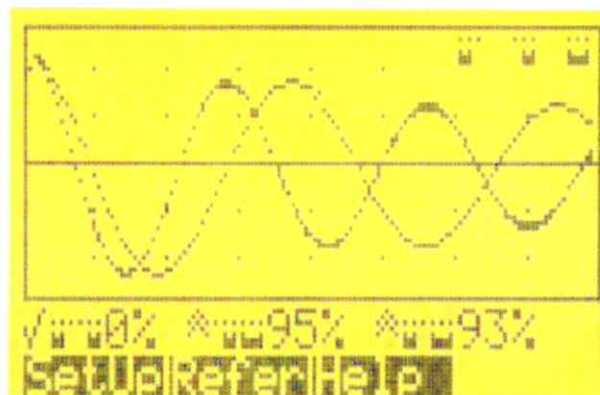
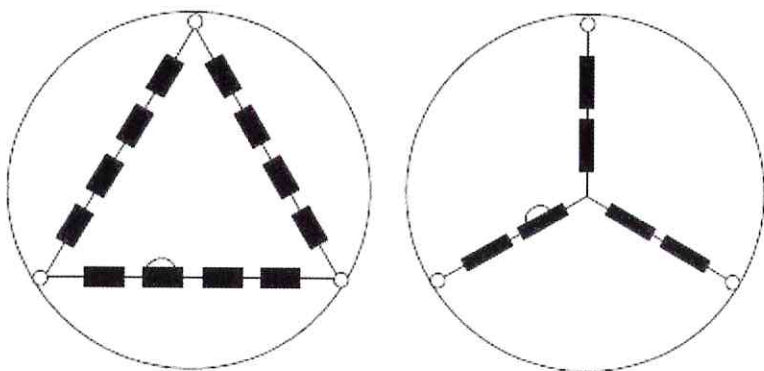
4. Přerušené vinutí. Testovací metody: Rázová zkouška – Měření odporu



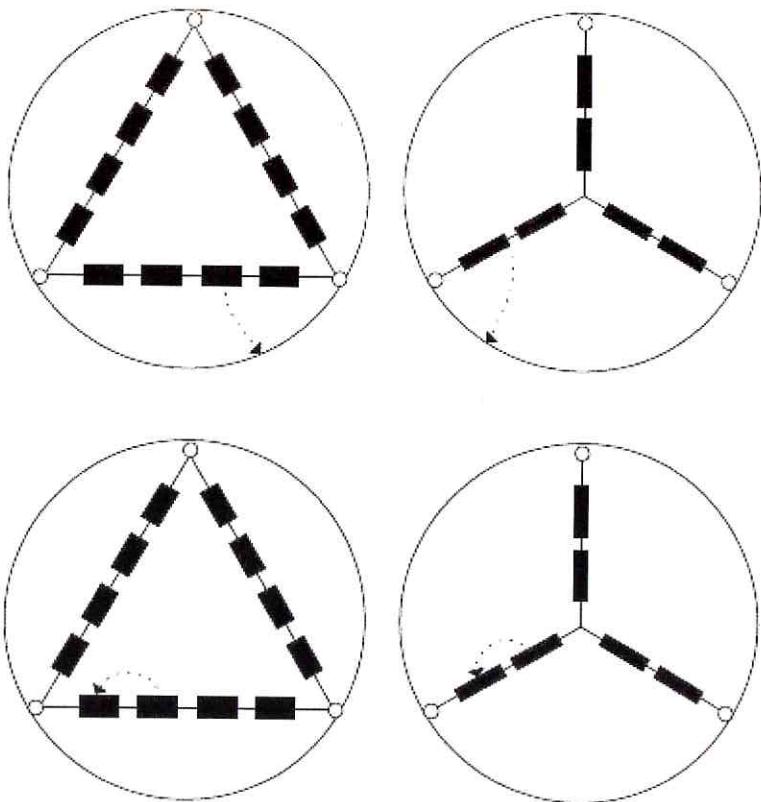
5. Zkrat mezi cívkami jedné fáze. Testovací metody: Rázová zkouška – Měření odporu (s určitým omezením)
První oscilace je v pořádku. Druh oscilace se liší výrazně.



6. Mezizávitový zkrat v jedné cívce. Testovací metody: Rázová zkouška



7. Průraz na kostru či mezi cívkami, který je odhalitelný pouze silným rázem.

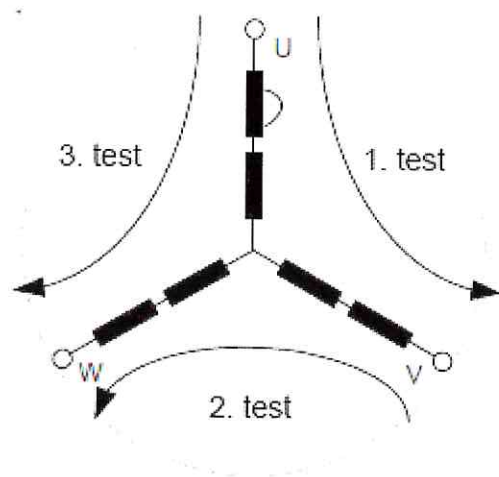


Tento test lze u MotorAnalyzeru použít pouze v případě průrazu na kostru. U zkratu mezi cívkami je potřeba zdroj s vyšším napětím, jako např. MTC3 nebo MTC4-WIN.

20.9 Interpretace výsledků rázové zkoušky

Pokud test rázovým impulzem odhalí chybu ve vinutí, je důležité zjistit, ve které fázi se poškození nachází. Především u zapojení do hvězdy to není až tak jednoduché.

Zapojení do hvězdy



Za předpokladu, že by u bezchybného motoru byly všechny oscilace shodné, projeví se chyba na fázi U takto:

První test (U-V) a třetí test (U-W) mají stejné oscilace,
První test (U-V) má odlišnou oscilaci.

V tomto případě se chybná fáze nenachází tam, kde je detekována odlišná oscilace, ale v některé ze dvou shodných oscilací.

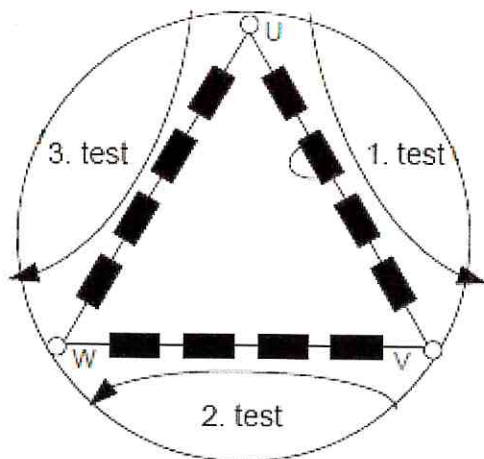
- 1. test: U-V
- 2. test: V-W
- 3. test: U-W

Shodné oscilace: 1. test a 3. test

Rozdílné oscilace: 2. test

Jednoduché pravidlo říká, že při zapojení do hvězdy je chyba v té fázi ze dvou shodných testů, jejíž písmeno figuruje v obou testech. V našem případě jsou shodné oscilace u testů U-V a U-W, poškozená je tedy fáze U.

Zapojení do trojúhelníka



Za předpokladu, že by u bezchybného motoru byly všechny oscilace shodné, projeví se chyba na fázi U takto:

Druhý test (V-W) a třetí test (U-W) mají stejné oscilace,
Třetí test (V-W) má odlišnou oscilaci.

V tomto případě se chybná fáze nachází tam, kde je detekována odlišná oscilace.

- 1. test: U-V
- 2. test: V-W
- 3. test: U-W

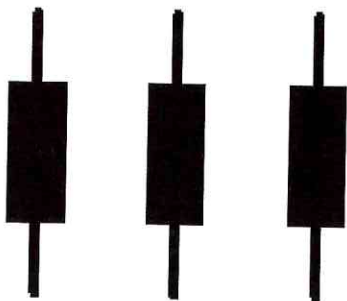
Shodné oscilace: 2. test a 3. test

Rozdílné oscilace: 1. test

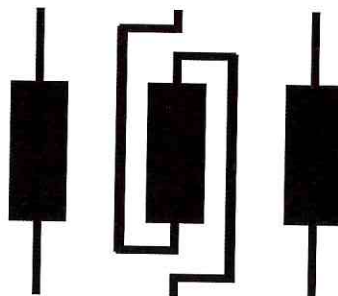
Jednoduché pravidlo říká, že při zapojení do trojúhelníka je chyba v té fázi, která vykazuje odlišnou oscilaci, než dvě zbývající. V našem případě tedy ve vinutí zapojeným mezi fázemi U a V.

20.10 Detekce otočené fáze rázovou zkouškou

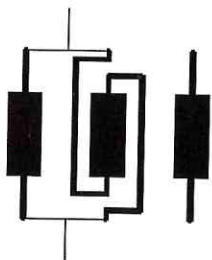
Obvyklé zapojení fází



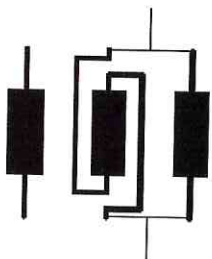
Případ otočené fáze. Jedno vinutí má opačně zapojené vývody ve svorkovnici.



Abyste mohli odhalit tento typ závady, je potřeba provést tři jednofázové testy rázovým pulzem (viz kapitolu 5.3, spodní obrázek, jednofázový test):

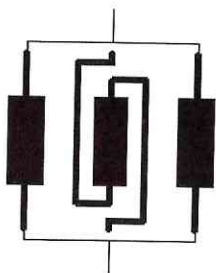


1. Propojte vývody dvou fází dle obrázku a proveďte na nich jednofázový rázový test s uložením do referenční paměti.
Výsledek testu bude uložen jako referenční oscilace.



2. Propojte další dvě fáze dle obrázku a proveďte jednofázový rázový test.

Výsledek bude srovnán s oscilací z prvního testu, kterou jste uložili jako referenční. V případě, že vinutí budou zapojena tak, jak je naznačeno na obrázku, bude oscilace **shodná** s referenční.



3. Propojte třetí kombinaci dvou fází a proveďte jednofázový rázový test.

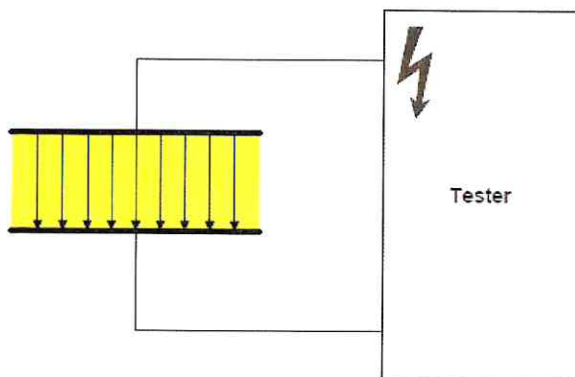
Výsledek bude srovnán s oscilací z prvního testu, kterou jste uložili jako referenční. V případě, že vinutí budou zapojena tak, jak je naznačeno na obrázku, bude oscilace **odlišná** od referenční.

 Chybně zapojené vinutí je to, které se objeví v obou shodných testech. V našem případě vykazaly stejné oscilace vinutí U+V a V+W. Chybné je tedy vinutí V. Ve třetím testu, který vykázal odlišnou oscilaci, se vinutí V nenachází.

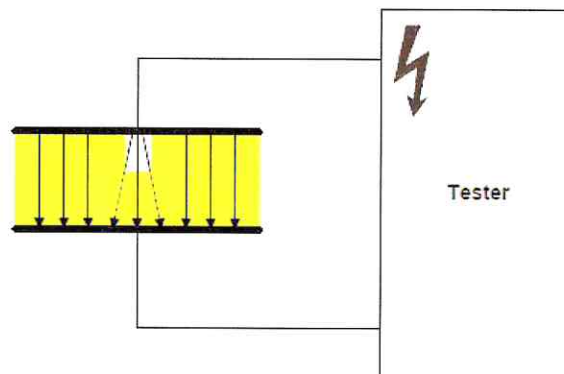
 V případě, že vinutí jsou zapojena správně, budou všechny oscilace shodné. Pokud získáte kompletně odlišné oscilace, jsou vinutí kompletně prohozena.

20.11 Měření izolačního odporu a polarizačního indexu PI

Test elektrické pevnosti nebo izolačního odporu lze provést následující křivkovou metodou: testovací napětí je zvyšováno v deseti krocích od 0 V do nastavené horní úrovně. Tato metoda slouží pro odhalení lokálních poruch v izolačním systému. Zvýšený odběr těchto míst se projeví především při vysokém napětí. Porucha snižuje velikost izolačního odporu právě při vysoké hodnotě napětí. Během testu lze sledovat vývoj hodnoty izolačního odporu v čase také ve formě grafu.



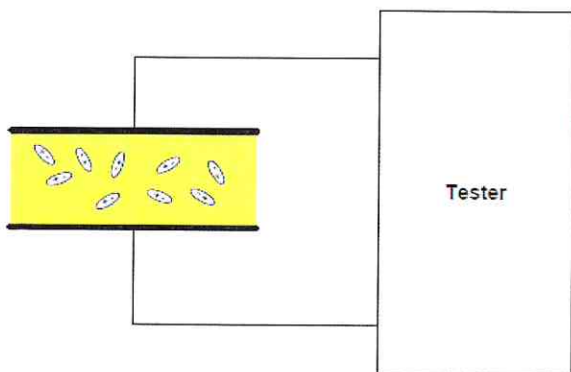
Dobrá izolace bez slabých míst



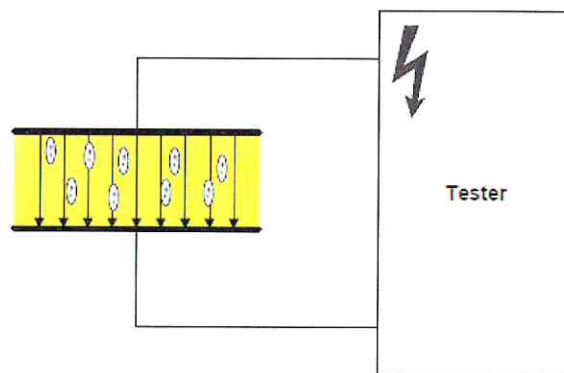
Izolace se slabým místem, do kterého se soustřeďuje zátěž.

Polarizace je zarovnání pohyblivých nosičů nábojů v elektrickém poli. Během PI testu se na izolační systém připojí vysoké napětí po dobu 10 minut. Přístroj vyhodnotí hodnotu izolačního odporu po první minutě působení napětí a po 10 minutách. Podíl odporu po deseti minutách k odporu po jedné minutě udává velikost PI. Dobré motory mívají hodnotu PI kolem 1,5 až 5. Ještě vyšší hodnoty jsou lepší. Naopak menší hodnoty jsou příznakem špatného izolačního stavu.

UPOZORNĚNÍ: Při měření PI postupujte uvážlivě, jinak můžete získat značně zkreslené údaje. Měřicí kabely by měly být od sebe co nejdále a během testu by se neměly vzájemně dotýkat. Doporučujeme používat speciální kabely pro měření izolačního odporu.



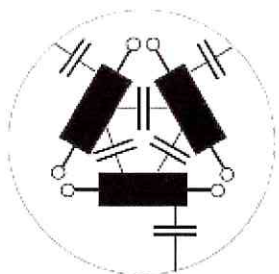
Izolace bez polarizace, protože není přítomno elektrické napětí.



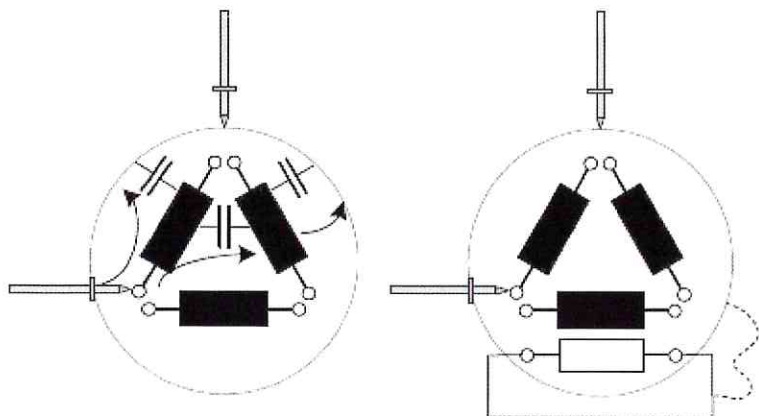
Polarizovaná izolace.

20.12 Vysvětlení k testu vysokým napětím

Izolační systém elektromotorů je obvykle vysoce kapacitní. Nejvyšší kapacita je mezi vinutím a kostrou. Menší kapacity jsou také mezi vinutími a závitů. Zjednodušeně lze říci: čím větší motor, tím vyšší kapacita.



V závislosti na tom, kde konkrétně jsou testovací hroty přiloženy, začnou se kapacity nabíjet až na hodnotu měřicího napětí. Při měření střídavým vysokým napětím, obzvláště u velkých kapacit, je ze zdroje odebírán vysoký proud složený z kapacitního proudu a z proudu přes činný odpor izolace. Při měření stejnosměrným vysokým napětím teče kapacitní proud pouze po dobu do nabití izolačního systému (po připojení napětí na zdroj nebo po zvýšení velikosti měřicího napětí). Pak již izolací protéká pouze malý činný proud.



Během testu je možné, že části, které nejsou přímo měřeny, jsou také nabity. To znamená, že např. při měření pevnosti mezi svorkou U a kostrou, se mohou i ostatní části motoru nabít na určitou velikost napětí. Především teplotní čidla (PTC, KTY) uvnitř motoru mohou být tímto nabitím zničeny.

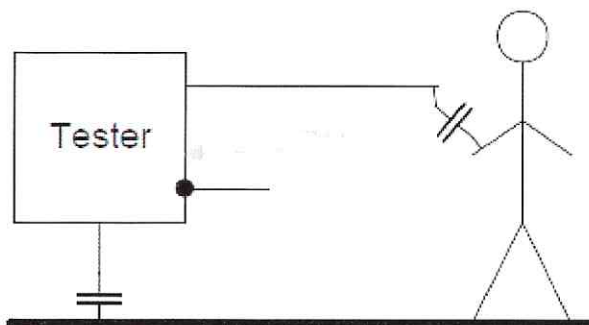
Před měřením izolačního systému proto vyzkratujte přívody k teplotním čidlům, případně je ještě propojte s kostrou motoru.



UPOZORNĚNÍ: Po ukončení testu zůstávají části motoru stále nabité. Je důležité systém vybit, aby se zabránilo úrazu elektrickým proudem v případě, že se obsluha nabitých částí dotkne.



UPOZORNĚNÍ: Současný dotyk testovacích kabelů a testeru může způsobit slabý, byť neškodný, výboj. Ačkoliv jsou testovací kabely izolované, jejich izolační pevnost není nekonečná.



Další podrobnosti k testu vysokým napětím

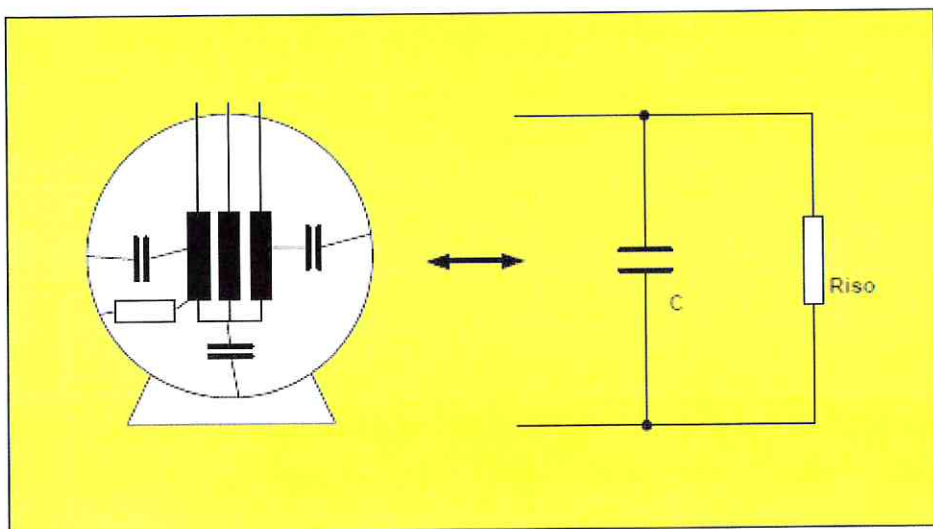
Teoreticky je zdroj vysokého napětí připojen k RC obvodu. RC obvod je zjednodušenou náhradou reálného testovaného zařízení. Proč?

Testované zařízení má určitý izolační odpor měřený mezi zkušebními hroty – R_{iso} . Svoji velikostí kolem 100 M Ω a více představuje poměrně vysoký odpor. Kromě odporu naměříme mezi testovacími hroty na měřeném zařízení také kapacitu. Tou může být buď kapacita mezi měřenými dvěma vinutími, nebo mezi vinutím a kostrou. Kapacita mezi vinutími je obvykle menší než mezi vinutím a kostrou. Kapacita je rozložena mezi plochami vodivých částí oddělených izolačním systémem. Čím větší plocha vodivých částí, či kratší vzdálenost mezi nimi, tím vyšší kapacita. U satorů představují vodivé plochy jednu část vodivých ploch a kostra motoru druhou část. Větší statory mají větší plochy a tedy i vyšší kapacity.

Pokud je použito střídavé napětí, protéká statorem vysoký kapacitní proud. Velmi často je tento kapacitní proud mnohem vyšší než unikající proud přes činný odpor R_{iso} . Díky kapacitě vinutí může ze zdroje vysokého střídavého napětí protékat mnohonásobně vyšší kapacitní proud, než činný proud, kterým chceme zjistit velikost izolačního odporu. Kapacitní proud není poruchovým proudem, je jednoduše důsledkem fyzikálních zákonů. Je stále přítomný, byť by neměl být příliš vysoký, ale nepodává žádnou informaci o kvalitě izolace satoru.

Použitím stejnosměrného zkušebního napětí se lze vyhnout přítomnosti stálého kapacitního proudu, čímž se i slabé poruchy izolace mohou lépe projevit.

Schématické znázornění izolačního systému motoru na obrázku níže pomůže lépe pochopit pochody při měření izolačního odporu. Na levé straně obrázku je zjednodušeně nakreslen testovaný motor. Ten se skládá z vinutí a izolačního systému vůči kostře. Schéma izolačního systému tvoří paralelní kombinace kondenzátoru a odporu. Jak již bylo řečeno, kapacita systému je dána konstrukcí motoru. Činný odpor, jehož velikost se pohybuje v řádech stovek M Ω , je indikátorem kvality izolace.



Obrázek níže dokumentuje podmínky během měření izolačního odporu stejnosměrným napětím.

Na levé straně obrázku je na elektrickém schématu naznačeno testovací napětí U_{DC} , které je připojeno na RC obvod představující izolační systém. Z prvního grafu závislosti napětí U na čase je zřejmé, že se na testovaném motoru (resp. RC obvodu) napětí postupně zvyšuje (u MotorAnalyzeru se plynule a rovnoměrně zvyšuje potenciometrem). Jakmile napětí dosáhne přednastavené velikosti, zůstává trvale na této hladině.

Pod napěťovou křivkou jsou vidět tři proudové křivky:

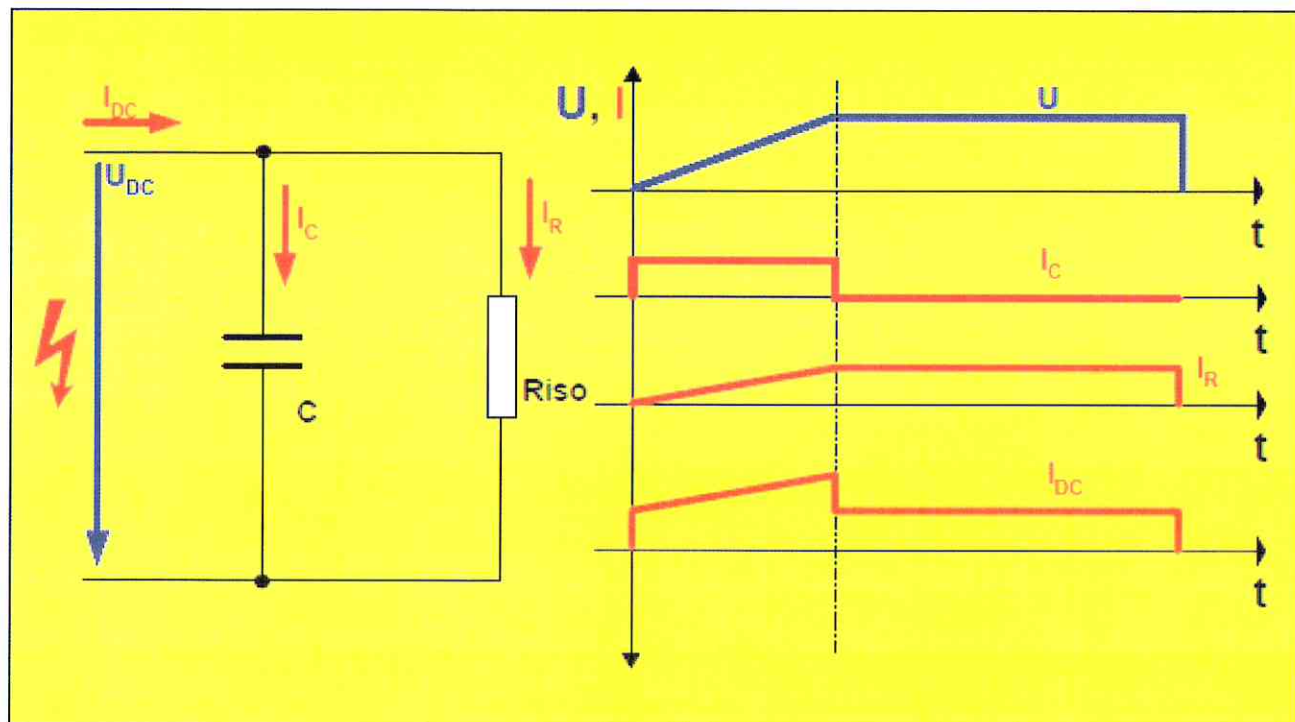
První křivka představuje proud kapacitou C . Je z ní patrné, že během zvyšování napětí je proud I_C konstantní. Jakmile napětí dosáhne jmenovité velikosti, průtok proudu kapacitou ustane.

Druhý graf představuje proud činným odporem izolace R_{iso} , který roste spolu se vzrůstajícím napětím a zůstává konstantní při konstantní velikosti napětí.

Třetí průběh je součtem obou proudů – $I_{DC} = I_C + I_{iso}$. Tento proud je měřen izolometrem a určuje výslednou velikost izolačního odporu motoru. Ačkoliv je uvedené schéma motoru idealizované, v praxi jsou průběhy napětí a proudů velmi podobné.

Při testu střídavým vysokým napětím se proud pohybuje v řádech jednotek mA, u velkých strojů to může být i několik stovek mA.

Při testu stejnosměrným vysokým napětím je proud o poznání nižší. U motorů se špatnou izolací, kdy je izolační odpor např. $2\text{ M}\Omega$, bude při napětí 2 000 V obvodem protékat proud 1 mA . U motorů s dobrou izolací, s hodnotou odporu např. $200\text{ M}\Omega$, bude při napětí 2 000 V obvodem protékat proud $0,01\text{ mA}$.





<http://www.blue-panther.cz>

Blue Panther, s.r.o.
Mezi Vodami 29, 143 00 PRAHA 4
Tel.: +420 241 762 724
Fax: +420 241 773 251
info@blue-panther.cz