

# NÁVOD K OBSLUZE

**FKtechnics**<sup>®</sup>

**CONRAD**  
partner

**GIGAHERTZ**<sup>®</sup>  
**SOLUTIONS**

## Digitální analyzátor elektrosmogu "ME 3915A"

Kombinovaný měřicí přístroj intenzity elektrických  
a (elektro)magnetických střídavých polí od 5 Hz do 400 kHz

### Důležité upozornění:

Tento návod k obsluze v českém jazyce má poněkud jiné uspořádání než originální  
návod k obsluze v německém jazyce.

**Obj. č.: 12 09 55**



**CONRAD**  
ELEKTRONIKA. TECHNIKA. TRADICE.

# Obsah

	Strana
Úvod .....	3
<b>Bezpečnostní předpisy .....</b>	<b>3</b>
<b>Součásti měřícího přístroje (ovládací prvky) .....</b>	<b>4</b>
<b>Součásti dodávky přístroje.....</b>	<b>7</b>
<b>Příprava přístroje k provádění měření.....</b>	<b>8</b>
<b>Vložení akumulátoru do přístroje (vlození / výměna baterie) .....</b>	<b>8</b>
Otevření pouzdra přístroje .....	8
Uzavření pouzdra přístroje .....	9
Vyndání akumulátoru (baterie) z přístroje.....	9
Vložení akumulátoru (baterie) do bateriového pouzdra .....	10
<b>Manipulace s akumulátorem .....</b>	<b>10</b>
Doba provozu přístroje s akumulátorem.....	10
Nabíjení akumulátoru.....	10
Indikace vybitého akumulátoru nebo baterie (zobrazení na displeji) .....	10
Funkce automatického vypínání měřícího přístroje .....	11
Kontrola stavu nabití akumulátoru (baterie) a test správné funkce displeje .....	11
<b>Kontrola správné funkce přístroje .....</b>	<b>12</b>
Zobrazení hustoty magnetického toku (kontrola funkce).....	12
Zobrazení intenzity elektrického pole (kontrola funkce) .....	12
Zjištění takzvaného offsetu (odchylky od nulového bodu).....	13
<b>Návod k provádění měření.....</b>	<b>14</b>
Poznámky k vlastnostem elektrických a magnetických střídavých polí .....	14
Poznámky k použité technice měření .....	14
Příprava měření .....	15
Návod k měření – měření intenzity elektrických střídavých polí .....	15
1. Uzemnění měřícího přístroje a osoby, která provádí měření.....	15
2. Nasměrování přístroje při měření elektrických střídavých polí .....	17
3. Provádění měření intenzity elektrických střídavých polí .....	19
4. Měření intenzity magnetických střídavých polí (magnetické indukce).....	20
Určení výsledné intenzity magnetického pole u více zdrojů těchto polí.....	20
Přibližné odhadnutí výsledné celkové intenzity magnetického pole .....	21
Kontrola počítačových monitorů ohledně shody s normou „TCO“ .....	22
<b>Vyhodnocení frekvencí (analýza elektrických a magnetických střídavých polí)23</b>	<b>23</b>
Vyhodnocení frekvencí pomocí frekvenčního filtru „F1B2H31“ .....	23
<b>Vyhodnocení frekvencí pomocí výstupu „AC“ .....</b>	<b>24</b>
<b>Dlouhodobá měření pomocí výstupu „DC“.....</b>	<b>25</b>
<b>Teorie polí (příloha k návodu k obsluze) .....</b>	<b>26</b>
Elektrické pole .....	26
Magnetické pole.....	30
Působení síly mezi dvěma souběžnými vodiči (princip interference) .....	31
Magnetické pole jednoho dlouhého vodiče.....	33
<b>Mezinárodní uznávané normy .....</b>	<b>35</b>
<b>Působení elektrosmogu na zdraví člověka .....</b>	<b>35</b>
<b>Literatura.....</b>	<b>36</b>
<b>Technické údaje .....</b>	<b>37</b>

## Úvod

Měřicí přístroje intenzity elektrických, magnetických a elektromagnetických střídavých polí (elektrosmogu) konstrukční řady „ME 3“ firmy „GIGAHERTZ SOLUTIONS®“ představují nový trend v měřicí technice nízkofrekvenčních střídavých polí: Měřicí technika na profesionální úrovni byla realizována za použití velmi nízkých nákladů. Toto bylo možné provést konsekvenčním využitím inovovaných a patentově přihlášených obvodů a nejmodernějším způsobem zhotovení (výroby).

Přístroj, který jste zakoupili, Vám umožní získat kvalifikované informace o zátěži lidského organismu elektrickými a (elektro)magnetickými střídavými poli podle předepsaných postupů měření, které jsou uvedeny v mezinárodně uznávaných směrnících pro pracoviště s televizními obrazovkami a monitory (TCO / MPR) a zcela odpovídají frekvenčnímu rozsahu, který je uveden v normě „Standard konstrukčně-biologické měřicí techniky“ (Maes 1998), tedy v rozsahu 5 Hz až 400 kHz.

**Pro zjednodušení uvádíme v tomto návodu k obsluze pojmy magnetické a elektromagnetické pole pouze pod pojmem „magnetické pole“.**

Děkujeme Vám za důvěru, že jste si zakoupili přístroj „ME 3951A“. Jsme přesvědčeni, že splníme Vaše očekávání a přejeme Vám, abyste při používání tohoto měřicího přístroje získali užitečné poznatky a zkušenosti, které se týkají problematiky sledování takzvaného „elektrosmogu“.

## Bezpečnostní předpisy

Prosím, přečtěte si pozorně tento návod k obsluze před prvním použitím přístroje. Najdete v něm důležité pokyny ohledně bezpečnosti, použití a údržby přístroje.

K přístroji přiložený síťový adaptér (nabíječku akumulátoru) používejte k nabíjení pouze do přístroje vloženého akumulátoru NiMH. Nenabíjejte touto nabíječkou v žádném případě obyčejné baterie (zinko-uhlíkové nebo alkalické). V těchto případech hrozí nebezpečí exploze!

Pro měření intenzity elektrického pole je nutné provést uzemnění měřicího přístroje. Přiložený uzemňovací kabel připojte na neizolovanou trubku vodovodního či plynového potrubí nebo na potrubí dálkového topení. Pokud by tato možnost neexistovala, může provést kvalifikovaný elektrikář též připojení na ochranný kolík (vodič) síťové zásuvky. V tomto případě však hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem, pokud by se zemnicí svorka dostala do kontaktu s fází pod proudem.

Měřicí přístroj a nabíječka nesmějí přijít do styku s vodou a nesmějí být používány za deště. Vniknutí vody nebo jiné kapaliny do vnitřku těchto přístrojů by mohlo způsobit zničení měřicího přístroje (u síťové nabíječky hrozí navíc nebezpečí úrazu elektrickým proudem). Vnější povrch obou přístrojů čistěte pouze slabě navlhčeným hadříkem. Nepoužívejte žádné chemické čisticí prostředky nebo rozstřikovače (spreje).

Před čištěním nebo otevřením pouzdra přístroj vypněte o odpojte všechny kabely, které jsou k němu připojeny. Uvnitř přístroje se nenacházejí žádné díly nebo součástky, které byste mohli sami opravovat.

Jelikož má přístroj velké rozlišení, je jeho elektronika citlivá na tepelné zdroje a otřesy. Z tohoto důvodu nenechávejte přístroj na slunci, nepokládejte jej na topení, dejte pozor, aby nepadl na zem. Rovněž jej nenechávejte otevřený a nemanipulujte s jeho součástkami.

Tento přístroj je určen pouze pro předepsané účely. Jako doplňky měřicího přístroje používejte pouze spolu s ním dodané nebo doporučené příslušenství.

## Součásti měřicího přístroje (ovládací prvky)



### [1] Laden (nabíjení)

Zdíčka pro připojení nabíječky (síťového nabíjecího adaptéru) s vnitřním kontaktem (+) a vnějším kontaktem (-) „12 – 24 V DC“. Tuto zdíčku použijte pouze k nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru.

### [2] Meßbereich (měřící rozsah)

Posuvný přepínač měřicího rozsahu:

#### **200 nT/Vm ( jemné rozlišení):**

0 až 199,9 nanotesla (nT) a 0 až 199,9 voltů na metr (V/m)

#### **2000 nT/Vm ( hrubé rozlišení):**

0 až 1999 nanotesla (nT) a 0 až 1999 voltů na metr (V/m)

**[3] Signal-Ausgänge DC (výstup signálu stejnosměrného napětí)**

DC: Konektor (zdička s výstupem napětí 0 až 1 V DC pro dlouhodobá měření pomocí zaznamenávacího přístroje naměřených hodnot (zapisovacího přístroje).  
Též k ovládání externí zobrazovací jednotky „DP 3000A“ (zvláštní příslušenství).

**[4] Signal-Ausgänge AC (výstup signálu střídavého napětí)**

AC: Konektor (zdička) s výstupem napětí až 1 V AC při plném vybuzení pro připojení k spektrálnímu analyzátoru, který vyhodnotí frekvenční spektrum (rozsah) měřených signálů. Maximální výstupní frekvence 30 kHz při plném vybuzení.

**[5] Erdung (uzemnění)**

Přípojka uzemňovacího kabelu (jen k měření intenzity elektrických polí).

**[6] Feldart (druh měřeného pole)**

Posuvný přepínač:

**E:** Elektrické pole

**M:** Magnetické pole

**Test:** Zobrazení takzvaného offsetu (tolerance neboli odchylky měření)

**[7] Betrieb (provoz)**

Posuvný přepínač:

**Symbol reproduktoru:** Zapnutí přístroje se zvukovým signálem

**EIN:** Zapnutí přístroje

**AUS:** Vypnutí přístroje

**[8] Frekvenční filtr „F1B2H31“ (přepínač)**

Pásmová propust 16 Hz, horní propust 50 Hz a horní propust 2 kHz.

Tento filtr slouží k analýze elektromagnetických polí, která vyzařují nadzemní (trakční) vedení železničních tratí a dále ke zjištění vyšších harmonických normální elektrické sítě (230 V), například transformátorů.

**[9] Zobrazení zvolného druku pole**

**Čárka nahoře:** Intenzita elektrického pole (E)

**Čárka dole:** Hustota magnetického toku neboli magnetická indukce (M)

**Dvě čárky :** Režim testování

**[10] Displej z tekutých krystalů (LCD)**

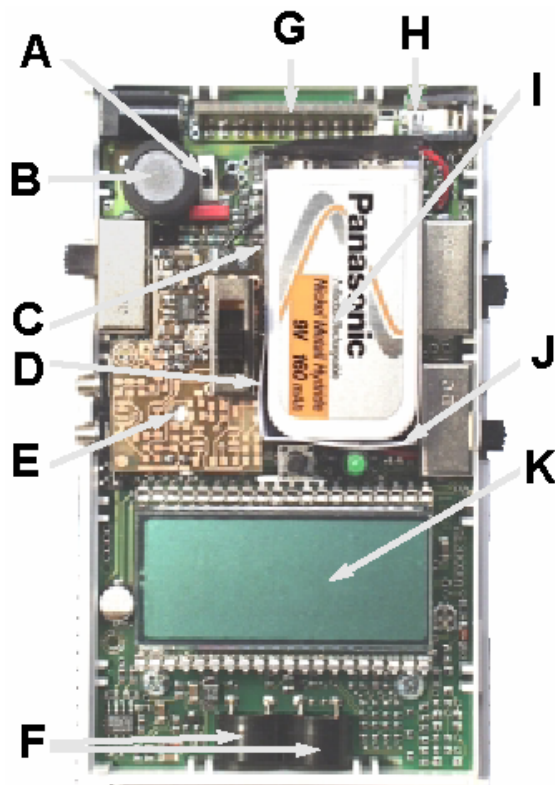
3,5-místný displej zobrazující naměřené hodnoty (střední hodnoty)

**[11] Tlačítko „Batt.-Check“ (kontrola baterie)**

Zobrazení stavu nabití do přístroje vloženého akumulátoru (baterie) a kontrola správné funkce displeje.

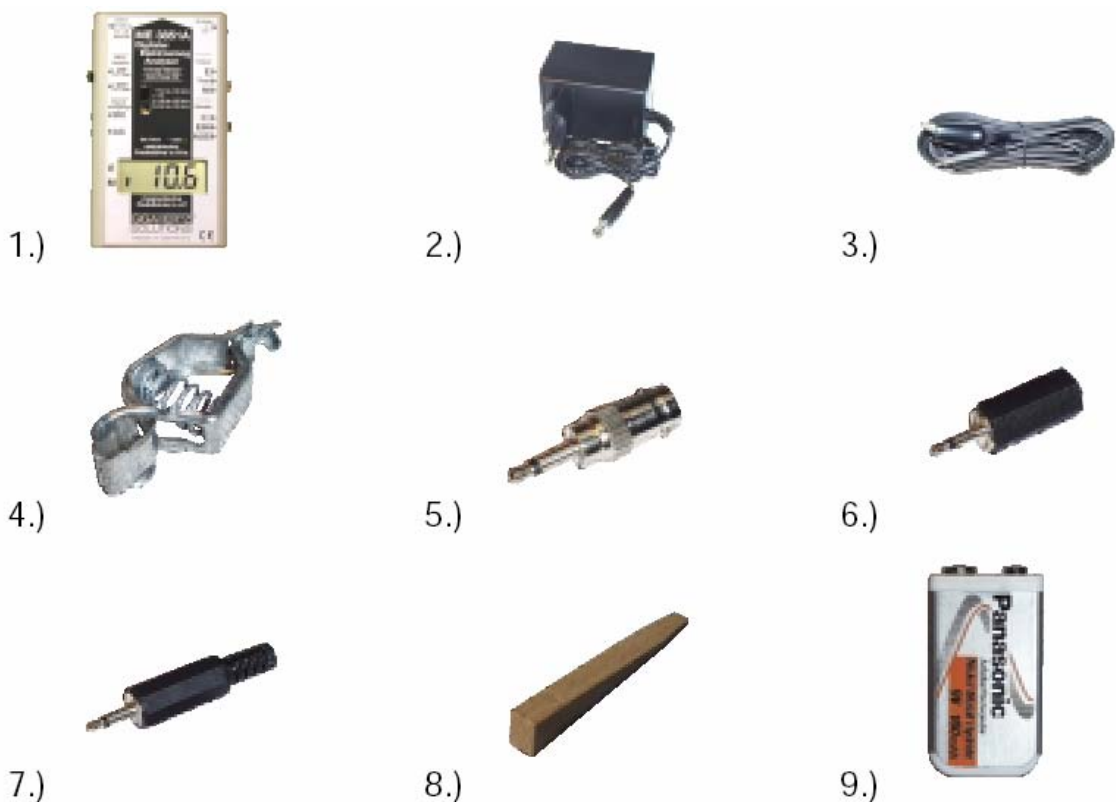
**[12] Svítivá dioda „Laden“ (nabíjení)**

Tato LED svítí v případě provádění nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru.



- [A] Spínač ke zkratování magnetického senzoru (tento spínač je potřebný pouze k dílenské kalibraci přístroje).
- [B] Senzor magnetických střídavých polí.
- [C] Horní přídržný kontakt (kolíček) akumulátoru.
- [D] Dolní přídržný kontakt (kolíček) akumulátoru.
- [E] Modul frekvenčního filtru „F1B2H31“, který lze nahradit jinými moduly s jinými mezními frekvencemi.
- [F] Dva miniaturní reproduktorky v zapojení s magnetickým odstíněním.
- [G] Senzor elektrických střídavých polí (magnistor, odpor závislý na magnetickém poli).
- [H] Spínač ke zkratování magnistoru (tento spínač je potřebný pouze k dílenské kalibraci přístroje).
- [I] Akumulátor (destičkový, 9 V)  
**Upozornění:** Akumulátor nebo destičkovou baterii používejte pouze s lepenkovým (kartónovým) izolačním pouzdem (obalem). Zabráníte tím poškození přístroje případným zkratem.
- [J] Bateriové pouzdro pro vložení akumulátoru nebo baterie.
- [K] **Displej z tekutých krystalů (LCD)**  
 3,5-místný displej zobrazující naměřené hodnoty (střední hodnoty) včetně symbolu vybitého akumulátoru (baterie).

## Součásti dodávky přístroje



- 1.) Měřicí přístroj
- 2.) Síťový nabíjecí adaptér s konektorem (jackem) 2,0 mm
- 3.) Uzemňovací kabel o délce 5 m s konektorem (jackem) 2,5 mm (mono) a krokosvorkou k provedení uzemnění přístroje
- 4.) Uzemňovací krokosvorka
- 5.) Adaptér (konektor) pro provádění měření s bajonetovou zdíčkou (BNC) a jackem 3,5 mm (mono)
- 6.) Adaptér (konektor) pro provádění měření se zdíčkou 3,5 mm (mono) a jackem 2,5 mm (mono)
- 7.) Adaptér (konektor) a jackem 2,5 mm (mono) pro vytvoření vlastních adaptérů k provádění měření
- 8.) Klínek k otvírání pouzdra přístroje (k výměně akumulátoru nebo modulu frekvenčního filtru)
- 9.) Akumulátor 9 V (tento akumulátor může být již vložen do přístroje)

## Příprava přístroje k provádění měření

Pokud se po zapnutí přístroje na jeho displeji neobjeví žádné zobrazení, objeví-li se na jeho displeji symbol vybité baterie, vložte do přístroje akumulátor (baterii), případně proveďte nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru nebo vyměňte baterii. K napájení přístroje můžete použít v případě nouze i normální (alkalickou) destičkovou baterii 9 V.

## Vložení akumulátoru do přístroje (vlození / výměna baterie)

### Otevření pouzdra přístroje



Obr. 1



Obr. 2

1. Vypněte přístroj odpojte a odpojte od něj všechny k němu připojené kabely. Podržte přístroj jednou rukou (popsanou stranou nahoru) nebo jej položte na rovnou plochu (například na stůl). K otevření pouzdra (krytu) přístroje použijte přiložený klínek. Podržte pevně přístroj jednou rukou a druhou rukou zastrčte do boční drážky klínek. Tato drážka se nachází cca 1 cm pod horním rohem přístroje. Zatlačte na klínek směrem dolů. Horní kryt se na tomto místě mírně nadzvedne (viz obr. 1).
2. Totéž proveďte s tímto klínkem na stejné (levé) straně přístroje v jeho dolním rohu (viz obr. 2). Kryt přístroje se na této straně otevře.
3. Totéž proveďte s tímto klínkem na druhé (pravé) straně přístroje (viz obr. 3 a 4). Nyní můžete sundat z přístroje jeho horní kryt.



Obr. 3



Obr. 4



## Uzavření pouzdra přístroje



Obr. 5

Položte horní kryt přístroje na jeho spodní polovinu (na otevřený přístroj) tak, aby byl v zákrytu otvor displeje. Dejte pozor na to, aby se tlačítko otestování stavu nabití akumulátoru (baterie) „Batt.-Check“, svítivá dioda a přepínač frekvenčního filtru dostaly do příslušných otvorů v horním krytu přístroje. Poté přitlačte horní kryt přístroje k jeho spodní polovině palcem a ukazováčkem levé a pravé ruky lehkým tlakem shora dolů. Horní kryt poté zaskočí na obou stranách do příslušných drážek (viz obr. 5).

## Vyndání akumulátoru (baterie) z přístroje



Obr. 6

Toto smíte provést pouze s vypnutým přístrojem.

Vyndejte z bateriového pouzdra akumulátor (baterii). K odpojení kontaktů od akumulátoru (baterie) použijte opět k přístroji přiložený klínek, který zastrčíte mezi oba kontakty klipsu jednou rukou a v druhé ruce podržíte akumulátor (baterii). Tímto způsobem tento klips snadno uvolníte (viz obr. 6).

**V žádném případě netahejte za připojovací kabely nebo za plastický kryt kontaktů, mohli byste tyto kabely přetrhnout.**

## Vložení akumulátoru (baterie) do bateriového pouzdra

Nasaďte klips s kontakty správnou polaritou na akumulátor (baterii) a vložte akumulátor (baterii) zpět do bateriového pouzdra. Při této manipulaci dejte pozor na to, abyste mezi akumulátor a horní součástky na desce s tištěnými spoji nezmáčkli některý z přípojovacích kabelů klipsu akumulátoru (aby tyto kabely nezůstaly položené nad akumulátorem). V tomto případě byste nemohli přístroj správně uzavřít.

Budete-li chtít vložit do přístroje jiný modul frekvenčního filtru, postupujte prosím podle dokumentace, která je k tomuto filtru přiložena.

## Manipulace s akumulátorem

### Doba provozu přístroje s akumulátorem

Přiložený akumulátor po jeho úplném nabití (cca 11 hodin) vydrží napájet měřicí přístroj nepřetržitě až cca 8 hodin.

### Nabíjení akumulátoru

Přiložený síťový nabíjecí adaptér zastrčte do síťové zásuvky 230 V / 50 Hz. Konektor jeho kabelu zapojte do příslušné zdířky na přístroji (vlevo nahoře).

**Upozornění:** Použijete-li jiný vhodný síťový nabíjecí adaptér, dejte pozor na správnou polaritu připojení a na jeho výstupní napětí (12 až 14 V DC): Vnitřní kontakt této zdířky znamená plus (+), vnější kontakt znamená (-) minus.

Zapnutí nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru provedete jedním (1 x) zapnutím přístroje (přepněte přepínač „Betrieb“ do polohy „EIN“) a jeho následným vypnutím (přepněte přepínač „Betrieb“ do polohy „AUS“). Poté ponechte po dobu nabíjení přístroj vypnutý.

Během nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru bude na něm svítit zelená svítivá dioda „Laden“. Po úplném nabití akumulátoru, po uplynutí cca 11 hodin, dojde k automatickému vypnutí funkce nabíjení do přístroje vloženého akumulátoru.

### Indikace vybitého akumulátoru nebo baterie (zobrazení na displeji)



Obr. 7

Objeví-li se uprostřed na displeji při zapnutém přístroji dvě tečky (v poli zobrazení naměřených hodnot), znamená to vybitý akumulátor a musíte v tomto případě počítat s chybami měření.

Dříve než se tento symbol vybité baterie zobrazí na displeji, můžete provést kontrolu nabití akumulátoru stisknutím tlačítka „Batt.-Check“. Tímto způsobem zjistíte, zda má akumulátor ještě dostatečnou kapacitu k provádění přesných měření – viz dále kapitola „Kontrola stavu nabití akumulátoru (baterie) a test správné funkce displeje“.

## Funkce automatického vypínání měřicího přístroje

Tato funkce slouží k prodloužení reálné doby používání přístroje (prodlužuje dobu napájení přístroje akumulátorem nebo prodlužuje životnost do něho vložené baterie).

1. Zapomenete-li vypnout přístroj nebo dojde-li při přenášení k jeho náhodnému (nechtěnému) zapnutí, pak dojde po uplynutí 40 minut k jeho automatickému vypnutí.
2. Objeví-li se uprostřed na displeji při zapnutém přístroji dvě tečky (v poli zobrazení naměřených hodnot), pak dojde k vypnutí přístroji již po uplynutí 3 minut z důvodu zabránění škodlivému podvybití do přístroje vloženého akumulátoru.

Po automatickém vypnutí přístroje tento znovu zapnete jeho vypnutím (přepněte přepínač „Betrieb“ do polohy „AUS“) a opětovným zapnutím (přepněte přepínač „Betrieb“ do polohy „EIN“).

**Důležité upozornění:** Bude-li do zdířky výstupu signálu „DC“ zapojen konektor, pak bude deaktivována funkce normálního automatického vypínání přístroje (vypínání přístroje po 40 minutách). Dlouhodobé měření s přiloženým akumulátorem je dovoleno provádět až po dobu 8 hodin. Vypnutí přístroje bude v tomto případě provedeno po uplynutí 3 minut pouze po zjištění nedostatečné kapacity do přístroje vloženého akumulátoru – viz 2.

Použijete-li k napájení přístroje alkalickou baterii, můžete dlouhodobé měření prodloužit až na dobu 24 hodin.

**Pozor:** Použijte-li k napájení přístroje alkalickou nebo obyčejnou baterii, pak nesmíte v žádném případě provádět její nabíjení, neboť hrozí nebezpečí její exploze. Nepřipojujte v tomto případě k přístroji síťový nabíjecí adaptér!

## Kontrola stavu nabití akumulátoru (baterie) a test správné funkce displeje



Stav nabití do přístroje vloženého akumulátoru, můžete zjistit stisknutím tlačítka „Batt.-Check“, které podržíte stisknuté. Tímto způsobem můžete zjistit zbývající dobu použití přístroje, než dojde k vybití do něho vloženého akumulátoru.

Dále stisknutím tohoto tlačítka zjistíte, zda displej přístroje správně funguje.

1. Zapněte přístroj, stiskněte tlačítko „**Batt.-Check**“ a podržte toto tlačítko stisknuté. Zobrazí-li se na displeji přístroje hodnota „1999“ nebo „1888“, pak je napájení přístroje v pořádku a všechny segmenty displeje bezvadně fungují (viz vyobrazení vlevo nahoře).
2. Objeví-li se však uprostřed na displeji při zapnutém přístroji dvě tečky (v poli zobrazení naměřených hodnot po stisknutí tlačítka „**Batt.-Check**“ – viz vyobrazení vlevo dole), znamená to, že již nemá do přístroje vložený akumulátor dostatečnou kapacitu a že musíte počítat s tím, že dokáže tento akumulátor napájet přístroj maximálně (méně než) 1 hodinu nepřetržitě. V tomto případě přístroj vypněte a proveďte nabíjení do něho vloženého akumulátoru (nebo vyměňte do něho vloženou baterii).



Obr. 8 a 9

## Kontrola správné funkce přístroje

### Zobrazení hustoty magnetického toku (kontrola funkce)

1. **Nastavení na přístroji:** Druh pole = „M“, měřicí rozsah = „200 nT/Vm“, frekvenční rozsah = „5 Hz – 400 kHz“, režim provozu = „symbol reproduktoru“.
2. Pohybuje přístrojem na obě strany krátkými pohyby sem a tam a otáčejte jím podle jeho podélné osy – viz následující vyobrazení.



Obr. 10

Tímto vytvoříte ze statického zemského magnetického pole „zdánlivé střídavé pole“. Čím rychleji budete přístrojem pohybovat (čím větší budou tyto pohyby), tím větší bude i vytvořené střídavé pole. Toto bude indikováno na displeji přístroje zobrazením vyšších hodnot a rychlejším „praskotem“ zvukového signálu z reproduktoru přístroje, který je úměrný intenzitě magnetického pole (magnetické indukci).

### Zobrazení intenzity elektrického pole (kontrola funkce)

1. **Nastavení na přístroji:** Druh pole = „E“, měřicí rozsah = „200 nT/Vm“, frekvenční rozsah = „5 Hz – 400 kHz“, režim provozu = „symbol reproduktoru“.
2. Podržte přístroj klidně v jedné ruce a prsty druhé ruky poklepte na horní stranu pouzdra přístroje – viz následující vyobrazení.



Obr. 11

Tímto vytvoříte ze statického zemního potenciálu „zdánlivé elektrické střídavé pole“. Toto bude indikováno na displeji přístroje zobrazením vyšších hodnot a rychlejším „praskotem“ zvukového signálu z reproduktoru přístroje.

## Zjištění takzvaného offsetu (odchylky od nulového bodu)



Obr. 12

Zapněte přístroj a přepínač „Feldart“ (druh pole) přepnete do polohy „Test“. Na displeji přístroje se na jeho levé straně zobrazí jednička „1“ (jako symbol režimu testování) a vpravo od tohoto symbolu se na displeji zobrazí hodnota „00.0“ nebo „000“ (podle zvoleného rozsahu měření).

Zobrazí-li se na displeji místo hodnoty „00.0“ nebo „000“ vyšší hodnota, pak to znamená momentální odchylku od takzvaného nulového bodu (od nulové hodnoty).

Tato odchylka od nulové hodnoty může být způsobena vlivem aktuálních okolních podmínek (teplota, vlhkost vzduchu atd.). O tuto zobrazenou hodnotu budou při následujících měření zvýšeny naměřené hodnoty intenzity elektrických (**E**) nebo magnetických (**M**) polí (magnetické indukce).

## Návod k provádění měření

### Poznámky k vlastnostem elektrických a magnetických střídavých polí

Lidské smyslové orgány zpravidla nezjistí působení žádných elektrických nebo (elektro)magnetických střídavých polí (dále jen magnetické pole). Tato pole jsou za určitých předpokladů „jednoduše přítomna všude“ a probíhají podle komplexních zákonitostí v trojrozměrném prostoru. Podrobná vysvětlení těchto fyzikálních jevů naleznete v kapitole „Teorie polí“. Pro praktická provádění měření mají zvláštní význam následující vlastnosti střídavých polí:

1. Každé měření je vždy svázáno s místem a se směrem jeho provádění. To znamená, že již nepatrná změna místa a nasměrování měřícího přístroje může způsobit zvýšení nebo snížení účinku pro změřené odpovídající hodnoty, a to zvláště při měření magnetických střídavých polí.
2. Elektrická a magnetická pole vnikají do pevných materiálů a jsou jimi pohlcována, tedy i do dřeva, skla atd., nebo těmito materiály přímo pronikají. Toto platí zvláště pro magnetická pole, která se nechají ostinit jen s provedením nákladných opatření.
3. Elektrická střídavá pole se vyskytují všude tam, kde se nachází (rovněž vyskytuje) střídavé napětí, to znamená například v domácnostech v okolí elektrických kabelů a k nim připojených elektrických spotřebičů, zvláště u jejich vypínačů, a to i tehdy, je-li spotřebič vypnutý.

Magnetická pole vznikají následně od okamžiku, kdy dojde k zapnutí spotřebiče a začne jím procházet elektrický proud.

4. Kromě intenzity pole je definováno elektrické nebo magnetické střídavé pole i jeho frekvencí. V tomto případě rozlišujeme rozšířený nízkofrekvenční rozsah, který byl definován podle „MPR“ nebo „TCO“ ke kontrole pracovišť s televizními obrazovkami (monitory) v rozsahu od 5 hertzů do 400 kilohertzů, a vysokofrekvenční pole, která mají vyšší frekvence, než frekvence uvedené pro rozšířený nízkofrekvenční rozsah. Kromě toho existují ještě statická neboli stejnosměrná pole, pro jejichž zjištění je třeba jako pro vysokofrekvenční záření použít zcela jinou techniku provádění měření.

### Poznámky k použité technice měření

Pro přesvědčivé výsledky měření byly v německém časopise „**Ökotest 6/96**“ (testování životního prostředí) stanoveny následující minimální požadavky pro techniku měření nízkofrekvenčních střídavých polí:

1. Oddělené měření elektrických střídavých polí (tato jsou definována neboli vztažena vůči zemnímu potenciálu) a magnetických střídavých polí.
2. Reprodukovatelná, vysoká přesnost měření.
3. Kompenzovaná frekvenční charakteristika v celém specifikovaném frekvenčním rozsahu, který by měl zahrnovat frekvenci trakčních vedení železničních tratí, počínaje minimálně od hodnoty 16,67 Hz až po frekvence řádu několika kilohertzů (v našem případě až 400 kHz).
4. Vysoké rozlišení: 10 nT nebo 1 V/m či ještě lepší.

Tento přístroj tyto všechny výše uvedené požadavky splňuje.

## Příprava měření

1. Proveďte kontrolu měřícího přístroje podle kapitol „Příprava přístroje k provádění měření“, „Vložení akumulátoru do přístroje (vložení / výměna baterie)“ a „Kontrola správné funkce přístroje“.
2. Abyste zjistili základní zatížení lidského organismu elektrosmogem, proveďte nejprve změření intenzity elektrického a magnetického pole ve volném prostoru (ve venkovním prostředí). Bude-li toto zatížení vyšší než „5 V/m“ nebo „5 nT“, pak můžete předem zjistit rozložení a působení tohoto základního zatížení elektrosmogem. Vypnutím určitých proudových okruhů automatickými jističi (vyšroubováním příslušných pojistek) v rozvodné skříni zjistíte, která pole jsou vytvářena (vyzařována) v domě (v bytě), která jinými zdroji mimo dům (byt), například vysokonapěťovými vedeními, trakčním napájením železničních tratí, trafostanicemi nebo instalacemi v sousedních domech (bytech). Způsobují-li vysoké zatížení externí zdroje polí, pak lze jejich zdroj lokalizovat změnou místa, nasměrováním přístroje k místům s vyšší intenzitou těchto polí.
3. Při měření v domácnosti nebo na pracovišti mohou být zapnuty všechny obvyklé a typické spotřebiče, a to i takové, které se zapínají automaticky, např. lednička, ohřívače vody, boilers, elektrické vytápění (též i ve vedlejších místnostech). Zapínáním a vypínáním jednotlivých spotřebičů můžete lokalizovat místo vyzařování.
4. Náčrtek měřeného místa a zaprotokolované naměřené hodnoty Vám umožní další analýzu situace. Tímto způsobem si připravíte podklady pro následná opatření. Zvláště prozkoumejte místa, kde spíte a kde nejčastěji pobýváte!
5. Začněte provádět měření na měřícím rozsahu „200 nT /V/m“ (s jemným rozlišením) a jenom tam, kde přeteče zobrazení na displeji (kde bude překročen tento měřící rozsah) následkem vyšších intenzit polí, použijte vyšší (hrubší) měřící rozsah „2000 nT /V/m“.
6. Abyste zjistili kolísání a změny intenzity polí, měli byste všechna měření provádět a opakovat v různou denní dobu a v různých dnech v týdnu.
7. Tento průzkum Vám usnadní zapínatelná zvuková (akustická) signalizace, která mění proporcionálně hlasitost podle změřené intenzity polí.

## Návod k měření – měření intenzity elektrických střídavých polí

Pro spolehlivé, reprodukovatelné výsledky podle předepsaných směrnic (TCO, MPR II, předpisy technické zkušební) musí být měřící přístroj před prováděním měření intenzity elektrických střídavých polí uzemněn pomocí přiloženého kabelu. Bez uzemnění nenaměříte spolehlivé hodnoty intenzity těchto polí.

### 1. Uzemnění měřícího přístroje a osoby, která provádí měření



Obr. 13

K uzemnění pomocí přiloženého kabelu se hodí kovové neizolované vodovodní a plynové trubky, přívodní kovové trubky dálkového topení (bez náteru) s případným použitím uzemňovací svorky .

Alternativně může kvalifikovaný elektrikář provést připojení uzemnění pomocí krokosvorky přímo k ochrannému kolíku síťové zásuvky. (**Pozor:** V tomto případě hrozí úraz elektrickým proudem při dotyku s fází!).



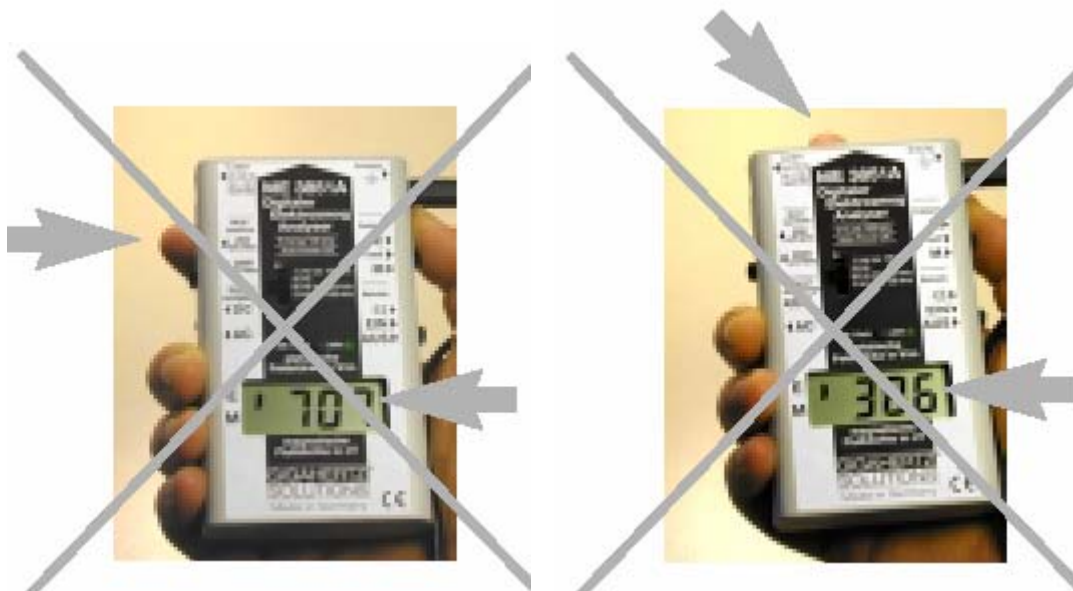
Obr. 14

Zástrčku (konektor) kabelu zastrčte do příslušně zdířky na přístroji (která je označena symbolem „uzemnění“) a tento kabel zaveďte směrem dozadu po straně přístroje. Dotkněte se jedním prstem ruky (ukazováčkem) zdířky „AC“ nebo „DC“, abyste rovněž přizpůsobili své tělo zemnímu potenciálu (abyste jej uzemnili).

**Pozor:** Pokud by uzemňovací kabel překrýval přední stranu měřicího přístroje nebo pokud byste prst ruky přitiskli mezi zdířku „DC“ a přední stranu přístroje, vedlo by to ke zkreslení naměřené hodnoty (viz též poznámka č. 1).



Obr. 15 (správné držení přístroje při měření)



Obr. 16 a 17 (nesprávné držení přístroje při měření)



## 2. Nasměrování přístroje při měření elektrických střídavých polí

Tento přístroj byl kalibrován k měření elektrických střídavých polí v blízkosti lidského těla – viz obr. 18



Obr. 18

Lidské tělo zastíní rušivá pole, která se nacházejí za měřícím přístrojem, a zabrání zkreslující koncentraci siločar na senzor měření elektrických střídavých polí. Z tohoto důvodu neprovádějte měření s nataženou paží (s předpaženou rukou). V tomto případě by přístroj zobrazil na svém displeji příliš vysoké hodnoty (viz obr. 19). Zkreslení lze snížit nebo jej eliminovat, podržíte-li za přístrojem nějakou elektricky vodivou plochu (viz obr. 20 a poznámka č. 1).



Obr. 19



Obr. 20

**Poznámka č. 1)**

Intenzita elektrického pole vůči zemnímu potenciálu závisí vždy na geometrii zdroje pole a měřícího senzoru, na vzdálenosti tohoto senzoru od zdroje pole, jakož i na okolním potenciálu.

Tento přístroj byl kalibrován na naměřenou hodnotu intenzity elektrického střídavého pole podle směrnic TCO kalibrovaného měřícího přístroje (Radians Innova - Enviromentor EMM-4, sériové číslo 4348) ve vzdálenosti 50 cm od měděné desky s plochou 4 m<sup>2</sup>, ke které je přivedeno napětí 270 V / 50 Hz.

Místo osoby, která provádí měření a jejíž tělo je při měření přizpůsobeno zemnímu potenciálu (uzemněno), byla pro kalibraci přístroje použita čtvercová měděná deska s délkou strany 50 cm, které byla položena za měřící přístroj a která byla rovněž přizpůsobena zemnímu potenciálu (uzemněna). Toto má smysl pro reprodukovatelné měření pomocí stativu.

Dobrý výsledek měření v porovnání s originální TCO-sondou lze očekávat při větší vzdálenosti než 30 cm od magnistoru (odporu závislém na magnetickém poli).

Změřená intenzita pole představuje prostorový (trojný) integrál, což nakonec ve výsledku vede k tomu, že v praktickém použití představuje zjednodušení „naměřené hodnoty ve směru nejsilnějšího pole = výsledná intenzita pole) poměrně přesnou přibližnou hodnotu.

### 3. Provádění měření intenzity elektrických střídavých polí

Zapněte přístroj a přepínač „Feldart“ (druh pole) přepněte do polohy „E“ (elektrické střídavé pole) – viz obr. 21.



Obr. 21

Přepínač frekvenčního filtru přepněte do polohy „50 Hz bis 400 kHz“. Tímto způsobem potlačíte vlastní indukci mikropohybů (chvění své ruky).

Při měření dbejte stále na to, aby uzemňovací kabel stále směřoval dozadu a abyste se Vy a ostatní přítomné osoby zdržovali za měřícím přístrojem.

Měřící přístroj přidržujte v blízkosti těla (čím ve větší vzdálenosti budete držet přístroj od těla nebo jestliže přístroj odložíte, tím více bude naměřená hodnota zkreslována („zvyšována“). Zaměřte přístroj na domnělé zdroje elektrických střídavých polí, případně, jestliže neznáte žádné konkrétní zdroje těchto polí, prohledávejte systematicky prostor. Přitom postupujte následujícím způsobem:

- Zpočátku procházejte prostorem velmi pomalu.
- Často se přitom zastavujte a měřte intenzitu pole směrem dozadu, vlevo, vpravo a nahoru. Dbejte přitom stále na to, aby uzemňovací kabel stále směřoval dozadu.
- V měření pokračujte směrem ke zdroji nejsilnějšího pole, abyste toto pole lokalizovali, nebo
- jakmile dojdete k místu, kde se nejvíce zdržujete, např. k posteli v ložnici či na pracovišti (k pracovnímu stolu), prozkoumejte podle předchozího postupu všechny směry a podržte přístroj v poloze (ve směru) nejvyšší zjištěné intenzity. V této poloze, co nejbliže ke svému tělu, proveďte referenční měření absolutní hodnoty.
- Hodnota, kterou jste naměřili ve směru nejvyšší intenzity, může být v první derivaci vztažena jako výsledná intenzita pole (viz též poznámka č. 1).

Také při měření na stativu nebo s položeným přístrojem se musí, aby bylo měření přesné, za přístrojem nacházet osoba, nebo použijte pro reprodukovatelné měření kovovou pravoúhle vycentrovanou desku (50 x 50 cm) ve vzdálenosti 5 cm za přístrojem.

Zkoumáte-li místo, kde spíte, musíte to provést za normálních podmínek „při spaní“, tedy se zhasnutou lampou na nočním stolku. Intenzita elektrického pole se může za určitých okolností po zhasnutí této lampy zvýšit (následkem zvýšeného poklesu napětí).

**Doporučené mezní hodnoty elektrických střídavých polí do 2 kHz:  
pod 10 V/m, pokud možno pod 1 V/m  
(pro vyšší frekvence než 2 kHz zásadně nižší hodnoty než 1 V/m)**

#### 4. Měření intenzity magnetických střídavých polí (magnetické indukce)

Zapněte přístroj a přepínač „Feldart“ (druh pole) přepněte do polohy „M“ (magnetické střídavé pole) – viz obr. 22.



Obr. 22

Přepínač frekvenčního filtru přepněte do polohy „50 Hz bis 400 kHz“. Tímto způsobem potlačíte vlastní indukci mikropohybů (chvění své ruky).

Při měření intenzity magnetických střídavých polí (magnetické indukce) nemusí být měřicí přístroj na rozdíl od měření intenzity elektrických střídavých polí uzemněn (uzemněna nemusí být ani osoba, která provádí měření). Měření není též ovlivňováno přítomností osob nebo zemním potenciálem z přední strany přístroje.

Zaměřte přístroj na domnělé zdroje magnetických střídavých polí, případně, jestliže neznáte žádné konkrétní zdroje těchto polí, prohledávejte systematicky prostor. Přitom postupujte následujícím způsobem:

- Zpočátku procházejte prostorem velmi pomalu. Senzor na měření intenzity magnetických polí je v měřicím přístroji umístěn takovým způsobem, že zaměří nejčastější zdroje polí, když ho budete držet v přibližně vodorovné poloze. Dodatečně můžete změřit i všechny tři směry, jak znázorněno na obr. 23 až 25.
- V praxi má význam, když pro identifikaci zdroje pole zjistíte nejdříve směr (zaměření) měřicího přístroje, odkud vychází největší intenzita magnetického pole. V měření pokračujte potom směrem ke zdroji největší intenzity, pokud se tato intenzita dále zvyšuje. Dodržujte přitom stále směr (nasměrování) měřicího přístroje. Pro přesné měření držte přístroj v ruce klidně a netřeste s ním.
- Jestliže dojdete k místu, kde se nejvíce zdržujete, např. k posteli či pracovišti k pracovnímu stolu, je třeba, abyste prozkoumali všechny tři směry takovým způsobem, jak je dále popsáno.

#### Určení výsledné intenzity magnetického pole u více zdrojů těchto polí

V tomto případě musíte nejdříve provést tři samostatná měření a poznamenat si každou naměřenou hodnotu magnetické indukce: Přístroj nejdříve nasměrujte podle příslušných vyobrazení: dopředu (obr. 23), nahoru (obr. 24) a dopředu s přístrojem bočně otočeným o 90 ° (obr. 25).

**Důležité upozornění:** Před odečtením naměřené hodnoty na displeji přístroje počkejte v každé poloze asi 2 sekundy, aby se zobrazení hodnoty na displeji přístroje „ustálilo“. Celkové zatížení lidského organismu magnetickým polem zjistíte následujícím způsobem:

## Přibližné odhadnutí výsledné celkové intenzity magnetického pole

### Naměřené hodnoty

- jedna vyšší, dvě nižší hodnoty
- dvě vyšší, jedna nižší hodnota
- tři podobné hodnoty

### Výsledná celková intenzita odpovídá:

- ~ nejvyšší hodnotě
- ~ nejvyšší hodnotě + polovině 2. nejvyšší hodnoty
- ~ 1,5 x nejvyšší jednotlivé hodnotě



Obr. 23



Obr. 24



Obr. 25

### Doporučené mezní hodnoty magnetických střídavých polí do 2 kHz:

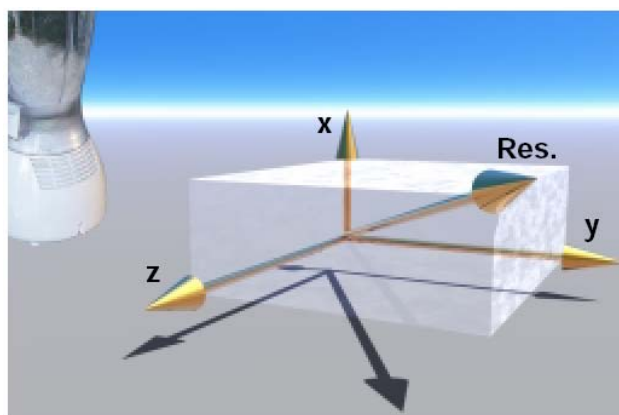
pod 200 nT, pokud možno pod 20 nT

(pro vyšší frekvence než 2 kHz nižší hodnoty než 20 nT, pokud možno pod 2 nT)

Výslednou intenzitu celkového magnetického střídavého pole („součet“ všech intenzit polí, „třírozměrná naměřená hodnota“) lze též přesně vypočítat pomocí následující rovnice:

$$\text{výsledná intenzita pole (magnetická indukce)} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Obr. 26 ukazuje směr výsledné intenzity pole („Res.“), který lze též označit za náhradní pole. Obr. 23 až 25, na kterých jsou zobrazena jednotlivá měření ve třech směrech, jakož i obr. 27, byly fotografovány při typické situaci měření v kuchyni. Pokud dosadíme naměřené hodnoty do výše uvedené rovnice, vyjde skutečně (téměř) přesně stejná hodnota, která byla naměřena v poloze přístroje podle obr. 27, při které byl měřicí přístroj nasměrován svísele k výslednému poli.



Obr. 26



Obr. 27

### **Kontrola počítačových monitorů ohledně shody s normou „TCO“**

Pomocí měřicího přístroje „ME 3951A“ můžete např. zkontrolovat počítačové monitory, zda se shodují s normou „TCO '99“ ve vztahu k zvláště relevantnímu takzvanému „dolnímu frekvenčnímu pásmu“. V tomto případě je nutno dodržet podle příslušných předpisů vzdálenost měřicího přístroje od měřeného objektu a předepsaný postup měření. Přesné informace získáte na internetové adrese [www.tco-info.com](http://www.tco-info.com) nebo přímo v naší firmě GIGAHERTZ SOLUTIONS®.

## Vyhodnocení frekvencí (analýza elektrických a magnetických střídavých polí)

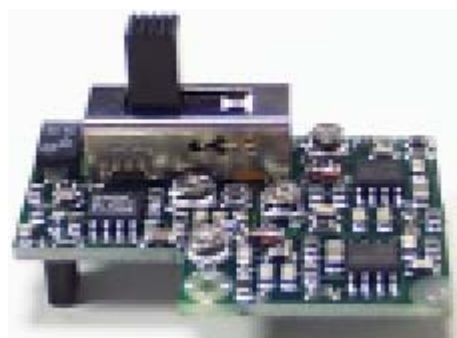
Elektrická a magnetická střídavá pole nejsou definována pouze intenzitou (silou) svého pole, nýbrž i frekvencí, kterou se mění polarizace pole. Přitom se vyskytují různé, typické následující frekvence:

- Nadzemní (trakční) vedení železničních tratí jsou provozována s frekvencí 16,7 Hz.
- Síťové napětí (v domácnosti, vysokonapěťová vedení atd.) mají frekvenci 50 Hz, přičemž vznikají i takzvané přirozené vyšší harmonické, jejichž kmitočet je několikanásobně vyšší než 50 Hz.
- Kromě toho vznikají v domácnostech i mnohá vysokofrekvenční pole řádu několika kilohertzů („uměle vyvolané“ vyšší harmonické), například při používání spínaných síťových napájecích zdrojů (transformátorů), předřadníků zářivek a úsporných žárovek, stmívačů s fázovou regulací (s tyristory) atd.

Abyste mohli provést příslušnou analýzu na místě a následná protipatření, musíte vědět, jakou intenzitou působí tyto rozdílné frekvence na celkové zatížení lidského organismu. Nemůžete například provést vlastními silami potlačení působení vyšších harmonických z nadzemních (trakčních) vedení železničních tratí. Naopak můžete zmírnit negativní vliv vysokofrekvenčních polí volbou vhodných domácích spotřebičů (přístrojů), které nevyzařují podobná vysokofrekvenční pole (například použitím obyčejných žárovek místo zářivek).

Přístroj „ME 3951A“ Vám umožní provést pomocí svého speciálního filtru následná vyhodnocení nebezpečných frekvencí:

## Vyhodnocení frekvencí pomocí frekvenčního filtru „F1B2H31“



Do přístroje zabudovaný filtr „F1B2H31“ odpovídá svou konstrukcí požadavkům takzvané konstrukční biologie (ovlivňování lidského organismu) a jeho přepínač má následující polohy:

- 1) 5 Hz bis 100 kHz = Úplná šířka pásma, pro provádění měření na stativu.
- 2) 16 Hz = Filtr pásmové propusti 4. řádu s činitelem jakosti 10 pro měření frekvence trakčních vedení železničních tratí.
- 3) 50 Hz bis 400 kHz = Horní propust 5. řádu pro měření síťového napětí a jeho vyšších harmonických.
- 4) 2 kHz bis 400 kHz = Horní propust 5. řádu pro měření takzvaných uměle vyvolaných vyšších harmonických s vyššími frekvencemi než 2 kHz. Tento rozsah frekvencí odpovídá „2. pásmu“ normy „TCO“.

\* bis = až, do

K měření frekvence trakčních vedení železničních tratí a vyšších harmonických musíte nejprve na přístroji zvolit příslušný filtr (přepnout přepínač do požadované polohy). Provádění měření je dále analogické jako měření uvedené (které popisujeme) v návodu k obsluze přístroje v ucelené kapitole „Návod k provádění měření“ (měření frekvence sítě). Dejte však pozor na následující dvě zvláštnosti:

- Zdroj těchto frekvencí (z trakčního vedení) bývá obvykle mimo dům. Přesto má smysl, abyste provedli minimálně hrubé proměření v celém domě (v budově), neboť následkem vazby mohou být tyto frekvence přenášeny do domu například vodovodním či plynovým potrubím nebo i síťovými rozvody. Zkontrolujte proto, zda se tyto možné zdroje nenacházejí ve Vašem domě. Proveďte minimálně jedno měření na jednom místě v menší vzdálenosti než cca dva až tři kilometry od elektrifikované železniční tratě.
- Uměle vyvolané vyšší harmonické vykazují z energetických důvodů nižší naměřené hodnoty, než frekvence ze sítě nebo z trakčních vedení železničních tratí. Doporučené mezní hodnoty všech renomovaných institucí jsou 10 x nižší než hodnoty uváděné pro síťovou frekvenci. Z tohoto důvodu vystačí v normálním případě ke kontrole měřící rozsah „200 nT/Vm“.

**Upozornění:** Šum „1/f“, bílý šum, tolerance filtru, mikropohyby přístroje a frekvence mimo filtrované frekvenční pásmo mohou způsobit odchylky měření v poloze přepínače filtru „5 Hz bis 400 kHz“ od součtu vyfiltrovaných hodnot.

## Vyhodnocení frekvencí pomocí výstupu „AC“

I na normálním pracovišti nebo v bytě se mohou kromě síťové frekvence 50 Hz vyskytovat další velmi rozdílné frekvence. Pro přesnou analýzu těchto frekvencí můžete připojit do zdířky „AC“ (výstup střídavého napětí) spektrální analyzátor pomocí přiloženého adaptéru (konektoru).

Na tomto výstupu „AC“ se vyskytuje maximální odchylka (offset) stejnosměrného napětí 50 mV. Tato tolerance (odchylka) bývá zpravidla potlačena u osciloskopů a spektrálních analyzátorů kondenzátorovou (kapacitní) vazbou (takzvanou vazbou „C“).

Připojíte-li k přístroji vyhodnocovací zařízení, která jsou napájena síťovým napětím s uzemněním, nesmíte, abyste zabránili zemním smyčkám, připojit funkční uzemnění u přístroje měření intenzity pole.

Technické parametry měřícího přístroje se vztahují k zobrazení naměřených hodnot na jeho displeji. Podle těchto přísných specifikací je šířka pásma výstupu „AC“ omezena na 30 kHz. U naměřené hodnoty, která je menší než jedna dvacetina (1/20) maximální možné zobrazené hodnoty (toto například odpovídá na měřícím rozsahu „2000 nT“ hodnotě „100 nT“) je třeba ještě aktivovat na výstupu „AC“ sinusový vstupní signál až 400 kHz s nelinearitou menší než 1 %. Jelikož se ovšem prakticky na normálním pracovišti nebo v bytě nevyskytují vysoké intenzity polí takového druhu, je možné použít tento výstup v normálních podmínkách až do kmitočtu 400 kHz.

Pomocí monofonních sluchátek (s vhodnou nastavenou hlasitostí poslechu) může být tato zdířka „AC“ použita pro orientační „akustickou analýzu frekvencí“ ve slyšitelném pásmu (cca 16 Hz až 20 kHz). Jako zvláštní příslušenství si můžete k tomuto přístroji objednat sluchátka „LS0002“ firmy GIGAHERTZ SOLUTIONS®.



## Dlouhodobá měření pomocí výstupu „DC“

Intenzita pole se na místě mění normálně po uplynutí určitého časového období. Abyste mohli takovou situaci přesněji vyhodnotit, pak má smysl z tohoto důvodu provádět záznamy naměřených hodnot dlouhodobě (pomocí výstupu „DC“), například nepřetržitě po dobu 24 hodin. Za tímto účelem je tento měřicí přístroj vybaven výstupy k připojení záznamových nebo vyhodnocovacích zařízení. Zpravidla se k tomuto účelu používá výstup „DC“ (výstup stejnosměrného napětí). K této zdířce můžete připojit zapisovací přístroj nebo záznamník naměřených hodnot s pamětí.

Na tomto výstupu se vyskytuje signál stejnosměrného napětí, které je úměrné naměřeným hodnotám intenzity polí. Hodnota napětí „- 0,5 V“ odpovídá jedné digitální informaci, což představuje například „- 1 V“ při maximální možné na displeji zobrazené hodnotě „2000 nT/Vm“ nebo „200 nT/Vm“. Záporné napětí bylo zvoleno z toho důvodu, protože má lepší linearitu než kladné napětí. Záznamové přístroje dokáží tento signál transformovat na správnou absolutní hodnotu naměřené intenzity pole. Pokud toto nebude možné, změňte na konektoru (k připojení k měřicímu přístroji) záznamového zařízení polaritu za účelem záznamů kladných hodnot.

Stínění měřicího kabelu s bajonetovým konektorem (adaptérem BNC) je vyvedeno na kostru.

Ačkoliv lze na displeji toho měřicího přístroje „elektrosmogu“ zobrazit pouze maximální hodnotu „2000 nT/Vm“, zprostředkuje tento výstup „DC“ stejnosměrného napětí hodnoty hustoty magnetického toku (magnetické indukce) až „5000 nT“ a intenzity elektrických střídavých polí až „5000 V/m“ s plnou linearitou.

Zapojíte-li do zdířky výstupu signálu „DC“ konektor záznamového přístroje, pak bude deaktivována funkce normálního automatického vypínání přístroje (vypínání přístroje po 40 minutách). Dlouhodobé měření s přiloženým akumulátorem je dovoleno provádět až po dobu 8 hodin. Vypnutí přístroje bude v tomto případě provedeno po uplynutí 3 minut pouze po zjištění nedostatečné kapacity do přístroje vloženého akumulátoru (objeví-li se uprostřed na displeji přístroje v poli zobrazení naměřených hodnot dvě tečky), aby nemohlo dojít k podvybití do přístroje vloženého akumulátoru a k jeho následnému zničení.

Použijete-li k napájení přístroje alkalickou baterii, můžete dlouhodobé měření prodloužit až na dobu 24 hodin.

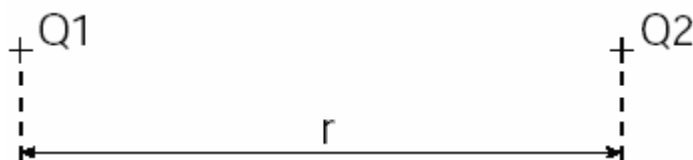
U některých modelů tohoto přístroje, můžete k dlouhodobému měření používat i síťový napájecí adaptér nebo externí zdroj stejnosměrného napětí 12 V. Dojde-li k výpadku síťového napájení, zajistí napájení do přístroje vložený akumulátor. V tomto případě umístěte síťový napájecí adaptér do největší možné vzdálenosti od přístroje, abyste zabránili záznamu hodnot intenzity pole, které vyzařuje tento síťový napájecí adaptér. Zapojením a odpojením tohoto adaptéru můžete zjistit hodnotu intenzity pole, kterou tento adaptér vyzařuje a odečíst ji od zaznamenaných naměřených hodnot.

## Teorie polí (příloha k návodu k obsluze)

### Elektrické pole

Budeme-li mít dva elektrické náboje „**Q1**“ a „**Q2**“, budou-li se tyto dva náboje k sobě přibližovat a budou-li mít mezi sebou vzdálenost „**r**“, pak zjistíme následující:

Tyto náboje se budou od sebe odpuzovat, budou-li mít stejnou polaritu (kladný nebo záporný náboj), nebo se budou k sobě přitahovat, budou-li mít každý jinou polaritu. Mezi náboji vznikají tedy síly „**F**“ (odpudivé nebo přitažlivé Coulombovy síly).



Pokusy bylo zjištěno, že tato síla „**F**“ mezi těmito oběma náboji je:

1. proporcionalní k velikosti obou nábojů, jakož i
2. obráceně proporcionalní ke druhé mocnině vzdálenosti mezi oběma náboji.

$$F \sim (Q1 \cdot Q2)/r^2 \quad (F1)$$

Abychom mohli elektrickou sílu vyjádřit jako veličinovou rovnici, potřebujeme k tomu konstantu úměrnosti (proporcionality). Tato byla účelově zvolena jako „ $1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon)$ “.

„ $\epsilon$ “ znamená dielektrickou konstantu (permitivitu neboli měrnou dielektrickou vodivost). Pak bude mít příslušná rovnice následující tvar:

$$F = 1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon) \cdot (Q1 \cdot Q2)/r^2 \quad (F2)$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

$\epsilon_r$ : **Permitivita, materiálová konstanta** (bezrozměrná konstanta)

$\epsilon_0$ : **Dielektrická konstanta vakua**

$$\epsilon_0 = 10^{-9}/(36 \cdot \pi) \text{ As/(Vm)} = 8,854187818 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

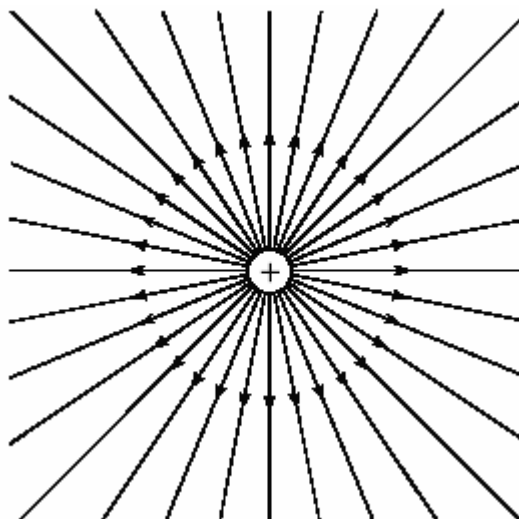
Z mechaniky je známo, že síla „**F**“ má pouze jeden směr (vektor).

Nyní, jestliže odstraníme náboj „**Q2**“, bude existovat ještě možnost náboj „**Q1**“ praktikovat na jiný náboj se silou „**F**“. To znamená, že se bude vyskytovat okolo náboje „**Q1**“ silové pole, které můžeme popsat následující rovnicí:

$$E = F/Q1 \text{ (síla / náboj)}$$

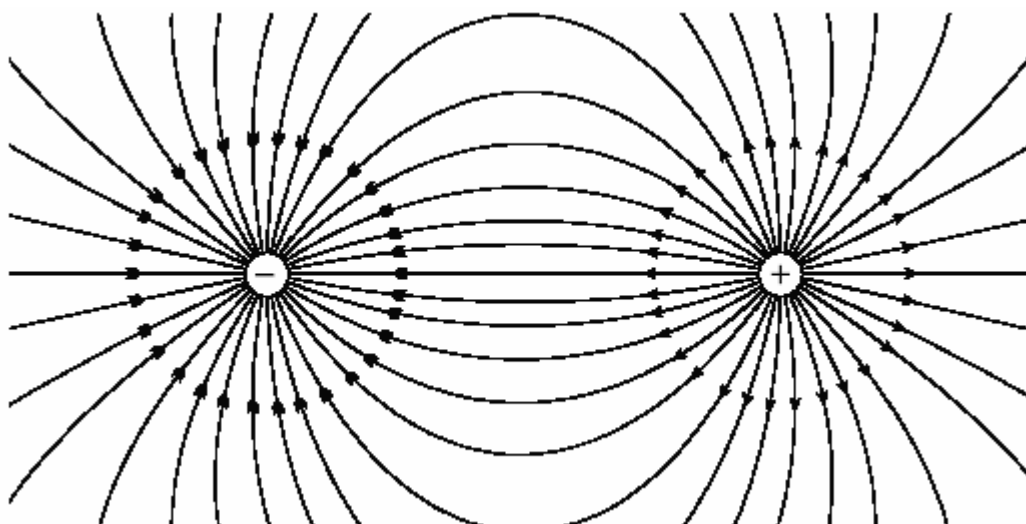
Toto vektorové pole představuje intenzitu elektrického pole.

Působení tohoto vektorového pole můžeme přehledně znázornit siločárami.



**Pozor:** Tyto siločáry okolo náboje nejsou žádnou fyzikální realitou a představují pouze myšlené (virtuální) čáry. Zobrazení těchto siločar slouží jako pomůcka k znázornění směru působení pole v každém místě v prostoru, kde se takovéto pole vyskytuje.

Dalšími pokusy bylo zjištěno u dvou nábojů (se zápornou a kladnou polaritou) následující rozložení siločar:



Z tohoto příkladu může vyvodit dvě důležité skutečnosti:

1. Siločáry směřují od kladného náboje k zápornému náboji.
2. Na povrchu nábojů jsou tyto siločáry vertikální.

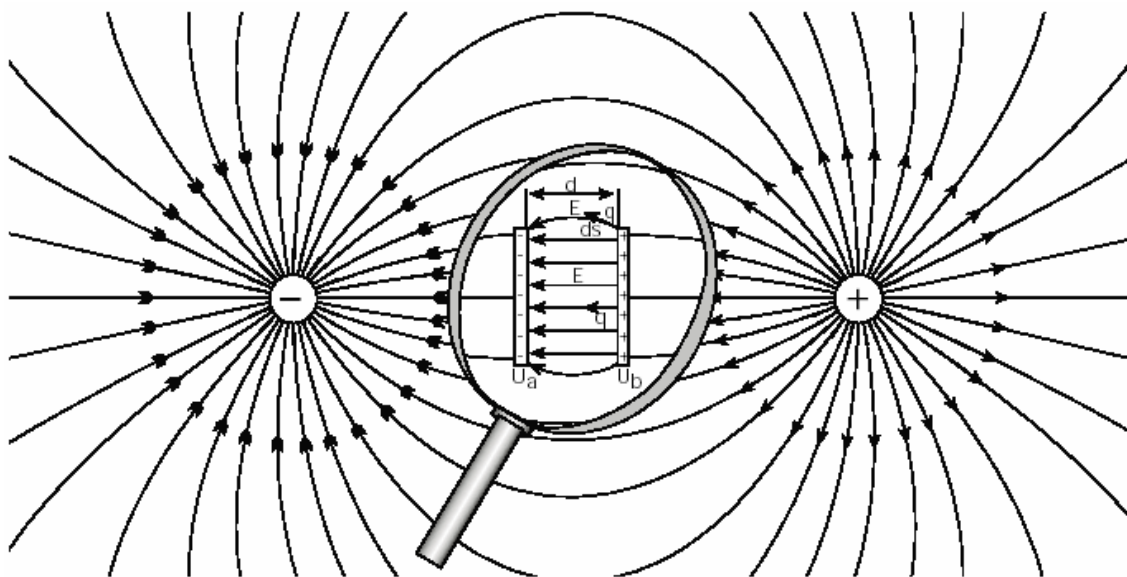
Z rovnic (F1) a (F2) lze zjistit jednotku intenzity pole:

$$E = F/Q_1 = 1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon) \cdot (Q_1 \cdot Q_2)/(r^2 \cdot Q_2) = Q_1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2)$$

$$E \text{ (jednotka): } \text{As}/((\text{As}/\text{Vm}) \cdot \text{m}^2) = (\text{As} \cdot \text{Vm})/(\text{As} \cdot \text{m}^2) = \text{V}/\text{m}$$

Tato jednotka (volt na metr) již poukazuje na souvislost mezi intenzitou elektrického pole „**E**“ a elektrickým napětím „**U**“.

Budeme-li sledovat pouze malou oblast mezi oběma bodovými náboji, bude se výše uvedené vyobrazení podobat deskovému kondenzátoru. Toto pozorování je možné na každém libovolném místě.



Z fyziky nebo z elektrotechniky známe následující skutečnosti:

1. Bude-li se mezi dvěma deskami „a“ a „b“ nacházet rozdílné napětí „ $U_a$ “ a „ $U_b$ “, vytvoří se mezi deskami elektrické pole „ $E$ “, které bude směřovat od vyššího napětí (zde „ $U_b$ “) k nižšímu napětí (zde „ $U_a$ “).
2. Mezi oběma deskami existující síla (intenzita) elektrického pole „ $E$ “ závisí na rozdílu napětí „ $U_{ab}$ “ mezi oběma deskami a na vzdálenosti „ $d$ “ mezi nimi.

$$E = (U_a - U_b)/d = U_{ab}/d \quad (F3)$$

3. Budeme-li chtít přenést náboj „ $q$ “ z desky „a“ na desku „b“, pak musíme vynaložit práci „ $W_{ab}$ “. Tuto práci uvnitř deskového kondenzátoru (s homogenním prostředím) může popsat následující rovnicí:

$$W_{ab} = \text{síla} \cdot \text{vzdálenost} = F \cdot d = E \cdot q \cdot d \quad (F4)$$

Na okraji kondenzátoru (v nehomogenním prostředí) znamená tato práce „ $W_{ab}$ “ násobek síly „ $F$ “ a části vzdálenosti „ $ds$ “, která je kumulována na celou vzdálenost:

$$W_{ab} = \int_a^b F \cdot ds = q \cdot \int_a^b E \cdot ds \quad (F5)$$

Z rovnic (F4) a (F5) vyplývá následující:

$$W_{ab} = U_{ab} \cdot q \quad (F6)$$

Spojíme-li rovnice (F5) a (F6), obdržíme následující rovnici:

$$U_{ab} = \int_a^b E \cdot ds \quad (F7)$$

Přitom existuje mezi oběma body (deskami) „a“ a „b“ v elektrickém poli elektrické napětí, které nazýváme rozdílem potenciálů „ $\varphi_{ab}$ “. Elektrické napětí „ $U_{ab}$ “ neboli rozdíl potenciálů „ $\varphi_{ab}$ “ je rozdílem potenciálů „ $\varphi_a$ “ a „ $\varphi_b$ “.

$$U_{ab} = \varphi_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

Vypočítáme-li potenciál bodového náboje „ $\varphi_a$ “ z intenzity elektrického pole, pak dostaneme:

$$\varphi_a - \varphi_b = \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \int_a^b \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2} \cdot \epsilon_r \cdot ds = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right)$$

Budeme-li vycházet z toho, že při popisu bodového náboje „ $\varphi_a$ “ má druhý bod potenciálu „ $\varphi_b$ “ nulovou hodnotu ( $\varphi_b = 0$ ) a že je velmi vzdálen ( $r_b = \infty$ ), pak vyplývá pro potenciál bodového náboje:

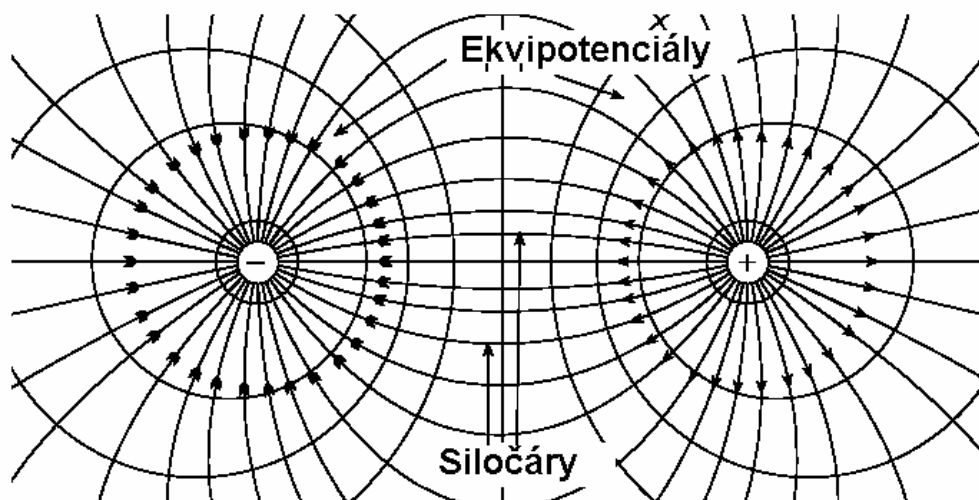
$$\varphi = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r}$$

Tímto jsme získali druhou možnost popisu elektrického pole.

Shrneme-li tyto poznatky, pak může být elektrické pole jednoznačně popsáno pomocí:

1. síly jeho působení, pomocí siločar a
2. čarami se stejným potenciálem neboli ekvipotenciálami.

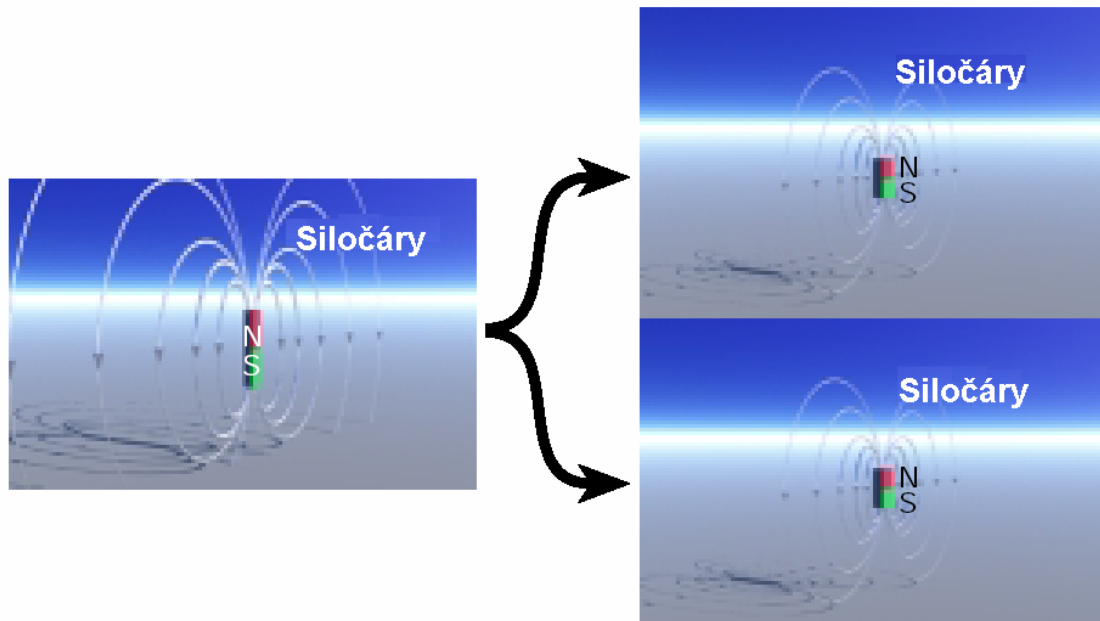
### Schématické znázornění siločar a ekvipotenciál u dvou bodových nábojů s rozdílnou polaritou



## Magnetické pole

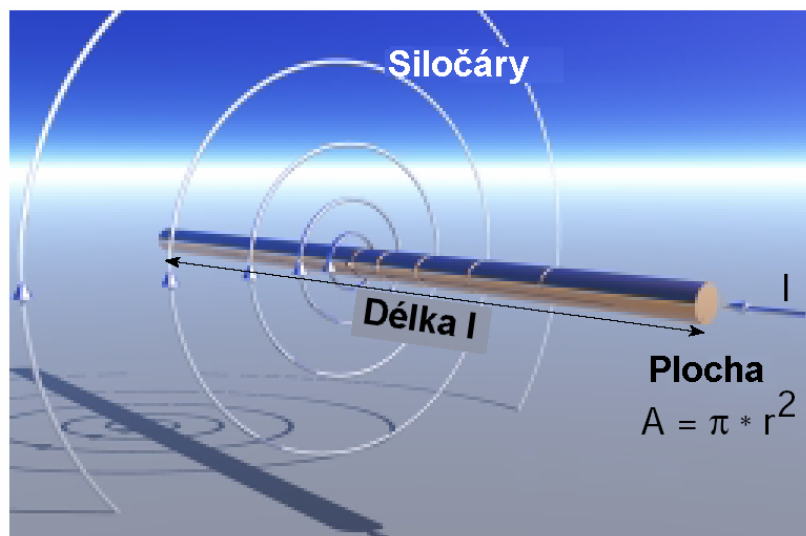
Již ve starověku byla známa vlastnost trvalých magnetů, že přitahují předměty, které obsahují železo. I nyní využíváme působení zemského magnetického pole mezi severním a jižním pólem k určení světových stran pomocí kompasů. Na rozdíl od elektrostatických polí, ve kterých se vyskytují jednotlivé bodové náboje, nelze nikdy oba póly trvalého magnetu od sebe oddělit.

Rozřízneme-li trvalý neboli permanentní magnet na dva kusy, získáme tím dva menší trvalé magnety opět se severním a s jižním pólem. Neexistují žádné samostatné póly magnetů. K lepšímu porozumění lze působení síly magnetického pole znázornit pomocí magnetických siločar (viz následující vyobrazení).



Na počátku 18. století bylo objeveno, že se okolo kovového vodiče, kterým protéká elektrický proud, vytváří rovněž magnetické pole. Příčina tohoto jevu však zůstala až do počátku 20. století nevyjasněna.

Teprve později bylo zjištěno, že jak u trvalých magnetů, tak u vodičů, kterými protéká elektrický proud, vytváří magnetické pole elektrické náboje. U vodičů se jedná o indukovaný proud, u trvalých magnetů toto způsobují proudy v jeho molekulách.

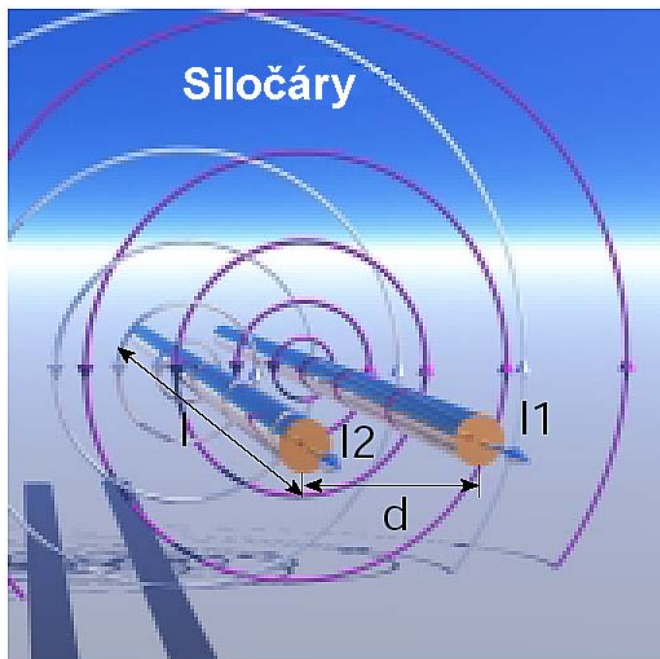


Další do dnešní doby provedené objevy a získané poznatky můžeme krátce shrnout následovně:

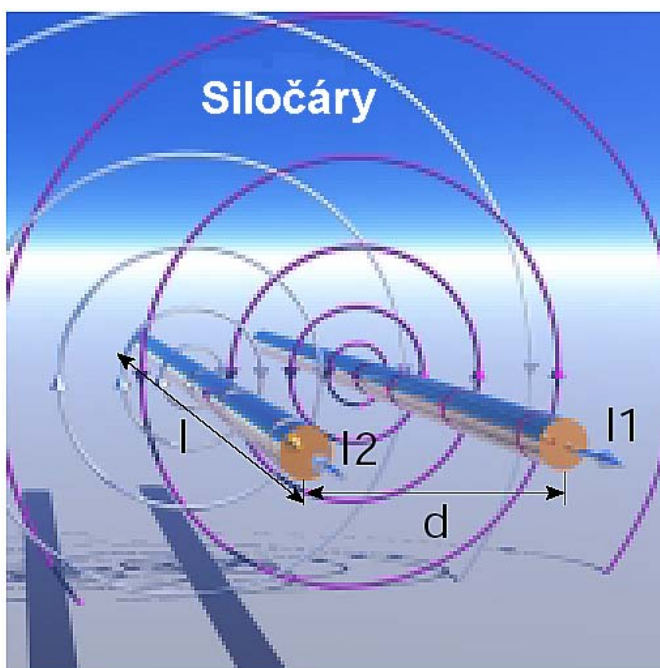
### **Působení síly mezi dvěma souběžnými vodiči (princip interference)**

Necháme-li protékat dvěma dlouhými, souběžnými a velmi tenkými vodiči (jejichž průměr je mnohem menší než jejich délka) elektrický proud, zjistíme následující:

- a) Bude-li protékat proud oběma vodiči stejným směrem, pak se budou tyto vodiče k sobě přitahovat.



- b) Bude-li protékat proud oběma vodiči opačným směrem (v každém vodiči jiným směrem), pak se budou tyto vodiče od sebe odpuzovat.



Důvodem jevu popsaného v a) je nedostatečné množství siločar mezi oběma vodiči. Tento nedostatek siločar vzniká následkem opačně směřujících siločar, které se vzájemně eliminují. Aby bylo možné udržet konstantní vzdálenost mezi siločarami okolo vodiče, začnou se oba vodiče přitahovat k sobě.

Výsledné magnetické pole okolo obou vodičů je kruhové nebo válcové.

Důvodem jevu popsaného v b) je nadbytečné množství siločar mezi oběma vodiči, které bylo způsobeno interferencí (překrýváním) stejně směřujících siločar. Aby bylo možné udržet stejnou vzdálenost mezi siločarami okolo vodiče, začnou se oba vodiče od sebe odtahovat (odpuzovat).

Výsledné magnetické pole okolo obou vodičů má podobnou geometrii jako okolo permanentních (trvalých) magnetů – viz vyobrazení na předchozí straně -, pokud budou tyto vodiče položeny vedle sebe vodorovně (nebudou-li ohnuty).

V obou případech působí účinek síly. Tuto sílu „**F**“ lze vypočítat podle následující rovnice:

$$F = \mu \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l / (2 \cdot \pi \cdot d) \quad (F10)$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

$\mu_r$ : **Relativní permeabilita** (bezrozměrná konstanta)

$\mu_0$ : **Permeabilita vakua** (a vzduchu)

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/(Am)} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/(Am)}$$

**I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>: Proud protékající vodiči**

**l: Délka vodičů**

**d: Vzdálenost mezi vodiči**



## Magnetické pole jednoho dlouhého vodiče

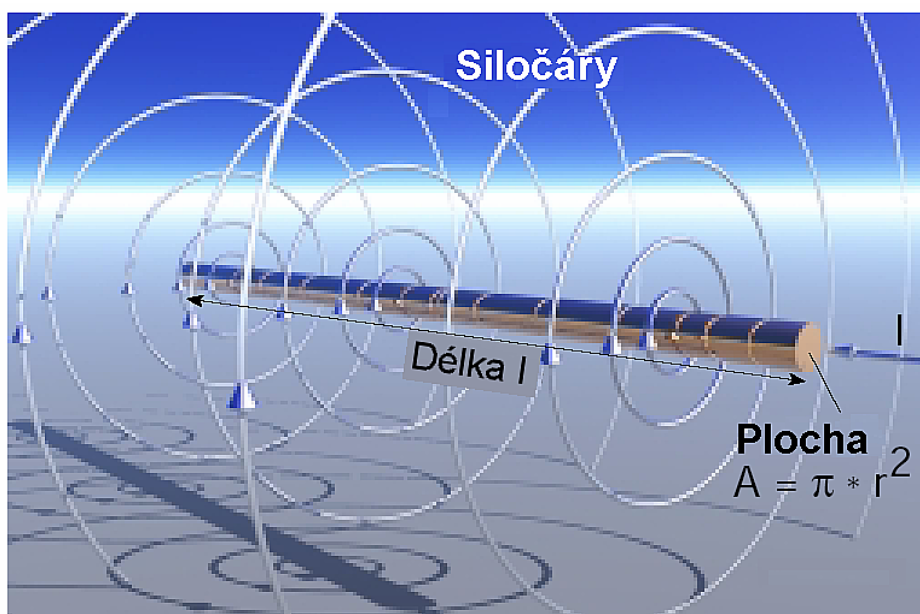
Z mechaniky je známo, že síla „ $F$ “ má pouze jeden směr (vektor).

Nyní jestliže odstraníme jeden vodič, bude existovat ještě možnost, že se bude vyskytovat okolo vodiče „ $I$ “ (kterým protéká elektrický proud) kruhové (válcové) silové magnetické pole (jedná se o podobný jev jako u elektrického pole), které můžeme popsat následující rovnicí:

$$B = F/(l \cdot I) \text{ síla / (proud} \cdot \text{délka vodiče)} \quad (F11)$$

Toto vektorové pole představuje hustotu magnetického toku (intenzitu magnetického pole neboli magnetické indukce).

Působení tohoto vektorového pole můžeme přehledně znázornit siločárami.



**Pozor:** Tyto siločáry okolo vodičů nejsou žádnou fyzikální realitou a představují pouze myšlené (virtuální) čáry. Zobrazení těchto siločar slouží jako pomůcka k znázornění směru působení pole v každém místě v prostoru, kde se takovéto pole vyskytuje.

Nahradíme-li sílu „ $F$ “ v rovnici (F11) rovnicí (F10), získáme jednotku magnetické indukce (hustoty magnetického toku):

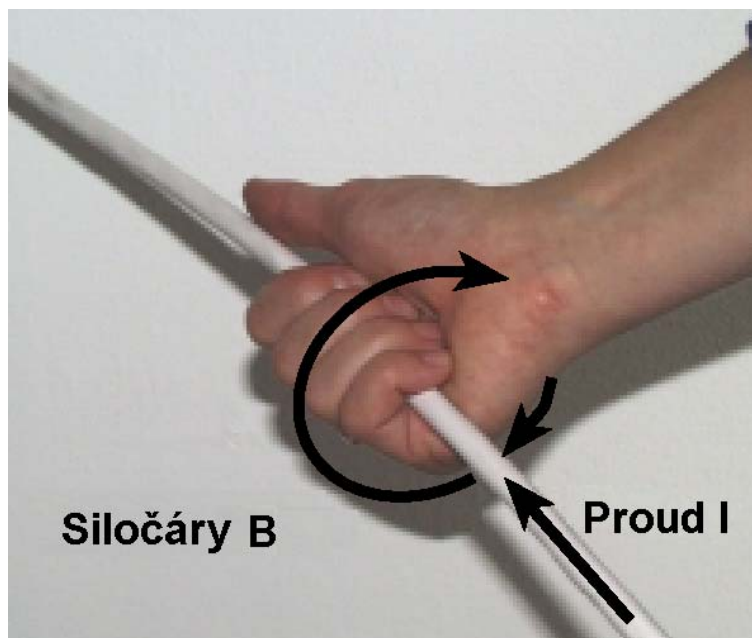
$$B = m \cdot I^2 / (2 \cdot \pi \cdot d) \quad (F12)$$

B (jednotka):  $Vs \cdot A / (Am \cdot m) = (Vs)/m^2 = \text{tesla}$

V USA se ještě používá jednotka „gauss“, které se v Evropě již nepoužívá.

$$(1 \text{ gauss} = 10^{-4} \text{ tesla})$$

Hustota magnetického toku neboli magnetické indukce představuje působení magnetického pole velmi dlouhého vodiče, kterým protéká elektrický proud „**I**“, a to ve vzdálenosti „**d**“ od jeho středu. Tato hustota (magnetická indukce) závisí pouze na vzdálenosti „**d**“ a na délce vodiče „**I**“, nikoliv na úhlu. Jedná se o válcově symetrické pole okolo vodiče. V jakém směru magnetické pole „**B**“ obtéká vodič, je náhodně zvoleno. K určení tohoto směru platí takzvané „**pravidlo pravé ruky**“ – viz následující vyobrazení.



Natažený palec pravé ruky symbolizuje směr toku proudu, ostatní prsty ukazují směr magnetického toku.

„**B**“ je veličina závislá na vlastnostech materiálu (je do ní zahrnuta permeabilita materiálu „ $\mu$ “).

Další veličinu, která závisí na vlastnostech materiálu, představuje magnetická indukčnost „**H**“ (kterou jistě znáte u cívek). Pro vodič, kterým protéká elektrický proud platí následující rovnice:

$$H = I / (2 \cdot \pi \cdot d) \quad (F13)$$

Z toho vyplývá jednotka indukčnosti: H (jednotka): A/m = **henry**

Obě tyto veličiny spolu souvisejí podle následující rovnice:

$$B = \mu \cdot H \quad (F14)$$

## Mezinárodní uznávané normy

Mezi mezinárodně obecně uznávané a rozšířené normy patří „MPR II“ a „TCO“ pro pracoviště s televizními obrazovkami (monitory). Následující mezinárodně uznávané mezní hodnoty jsou jenom zlomkem navržených hodnot.

Doporučení mezních hodnot v rozsahu	MPR II	TCO '92	TCO '99	TüV Rheinland *
Magnetické střídavé pole 5 Hz až 2 kHz	200 nT efektivní hodn.	200 nT	200 nT	200 nT
2 kHz až 400 kHz	25 nT	25 nT	25 nT	25 nT
Magnetické střídavé pole 5 Hz až 2 kHz	25 V/m	10 V/m	10 V/m	10 V/m
5 Hz až 2 kHz	2,5 V/m	1 V/m	1 V/m	2,5 V/m
až do vzdálenosti dopředu od předu	50 cm	50 cm 30 cm	50 cm 30 cm	50 cm
Elektrostatický náboj	± 500 V	± 500 V	± 500 V	± 500 V
Funkce úspory proudu		ano	ano	?

\* TüV Rheinland = Spolek pro technický dozor Porýní

Ještě opatrnější jsou doporučení **ústavů konstrukční biologie** - Wolfgang Maes: Stress durch Strom und Strahlung (Stres způsobený elektrickým proudem a zářením) - pro místa odpočinku (spaní), jakož i pro ta místa, kde člověk tráví mnoho hodin, navrhuje toto standardní doporučení méně než 1 V/m pro elektrická střídavá pole a méně než 20 nT (0,02 µT) pro magnetická střídavá pole.

	Extrémní anomálie	Silná anomálie	Slabá anomálie	Žádná anomálie
V/m	> 50	5 - 50	1 - 5	< 1

	Extrémní anomálie	Silná anomálie	Slabá anomálie	Žádná anomálie
µT	> 0,5	0,1 – 0,5	0,02 – 0,1	< 0,02

## Působení elektromogu na zdraví člověka

Stovky mezinárodních studií se zabývaly souvislostí mezi zátěží lidského organismu elektromagnetickými poli a různými, často chronickými onemocněními. Tyto studie prováděly nezávislé university a úřady pomocí různých metod po mnoho let a došly ve své podstatě k alarmujícím výsledkům. Metodika provedení bývá sice často zpochybňována kritiky a z tohoto důvodu považována za „ne bezchybnou“ – dále však zůstávají přinejmenším momenty pochybnosti. Proto byla asi rizika působení elektromagnetických polí vyloučena ze smluv o životním pojištění. V Anglii uvedli distributoři elektrické energie do života fond na ohrožení žalob o náhradu škod na základě působení elektromagnetických polí. Zdá se, že je nutno toto téma z těchto důvodů brát vážně.

Mnoho studií si pohrálo s otázkou zvýšeného rizika rakoviny, zvláště leukémie u dětí, které byly způsobeny dlouhodobým zatížením elektromagnetickými poli, a zjistily v mnoha případech značně zvýšené ohrožení lidského organismu. Výsledky mnoha těchto studií jsou například shrnuty v Gordonových (1990) a Washburnových studiích (1994) v diskusních protokolech amerického federálního úřadu EPA (Environmental Protection Agency = Federální úřad pro ochranu životního prostředí).

## Literatura

**Wolfgang Maes: Stress durch Strom und Strahlung (Stres způsobený elektrickým proudem a zářením)**, IBM Institut für Baubiologie + Ökologie (IBN Institut konstrukční biologie + ekologie), Holzham 25, 83115 Neubeuern (řada snadno pochopitelných praktických příkladů a jednoduché znázornění technického pozadí - lze zvláště doporučit pro technické laiky).

**Katalyse e. V. (Katalýza - vlastní vydání): Elektrosmog**, C. F. Müller Verlag, Heidelberg (přehled a pojednání o fyzikálních základech, stavu a výzkumu jakož i aktuální diskuse o mezních hodnotách).

**König / Folkerts: Elektrischer Strom als Umweltfaktor (Elektrický proud jako faktor životního prostředí)**, Richard Pflaum Verlag, München (technicky orientované pojednání, mnoho doplňujících odkazů a upozornění ohledně elektrických instalací s opatřeními na potlačení působení těchto polí).

Ve výše uvedených publikacích (knihách) se nacházejí obsáhlé odkazy na další zdroje a literaturu.

## Technické údaje

### ME 3951A Profesionální kombinovaný měřicí přístroj intenzity magnetických a elektrických NF střídavých polí od 5 Hz do 400 kHz

	Magnetická indukce		Intenzita elektrického pole	
Frekvenční rozsah:	5 Hz až 400 kHz (mez – dB)			
Měřicí rozsahy:	200,0 nT	2000 nT	200,0 V/m	2000 V/m
Rozlišení *:	0,1 nT	1 nT	0,1 V/m	1 V/m
Přesnost*: (při 50 Hz – kalibr. normál)	± 2 %			
Chyba linearity (při 50 Hz):	± 0,3 nT	± 3 nT	± 0,2 V/m	
Odchylka (offset):	± 0,4 nT	± 4 nT	± 0,4 V/m	
Napájení:	Interní akumulátor NiMH 9 V (s ochranou proti podvybití a přebití)			
Odběr proudu:	15 až 20 mA v závislosti na režimu provozu			
Rozměry:	74 x 122 x 31 mm			
Hmotnost:	Cca 196 g			

\* Při 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu 45 %

#### Postup měření:

Podle mezinárodně uznávaných směrnic pro pracoviště s televizními obrazovkami (monitory) „TCO“ a „MPR“.

#### Proporcionální zvuková signalizace:

Podle intenzity pole (zapínatelná, s „efektem Geigerova počítáče“ = detektorem ionizujícího záření) pro orientační měření.

**3,5-místný LCD** (displej z tekutých krystalů) s velkými, dobře čitelnými číslicemi a s indikací aktuálně měřeného druhu pole a nabití do přístroje vloženého akumulátoru.

#### Univerzální použití

(Elektro)magnetická a elektrická střídavá pole mají různé vlastnosti rozšiřování a vyzařování, což se stává pro nás smysluplné, abychom tyto druhy polí zkoumali.

Pole, která vznikají mimo byt (např. vedení vysokého napětí, trakce, trafostanice, elektrické instalace u sousedů) jsou primárními magnetickými poli, která je třeba prozkoumat, neboť procházejí prakticky neomezeně zdívkou, zatímco elektrická střídavá pole lze odvést (svést) a tak zabránit jejich dalšímu působení.

Zvláště důležitá je analýza elektrických střídavých polí na místě odpočinku (ložnice), neboť se zde tato pole vyskytují i tehdy, když jsou všechny spotřebiče vypnuty.

**Záruka kvality** (záruka dva roky za závady při odborném používání)

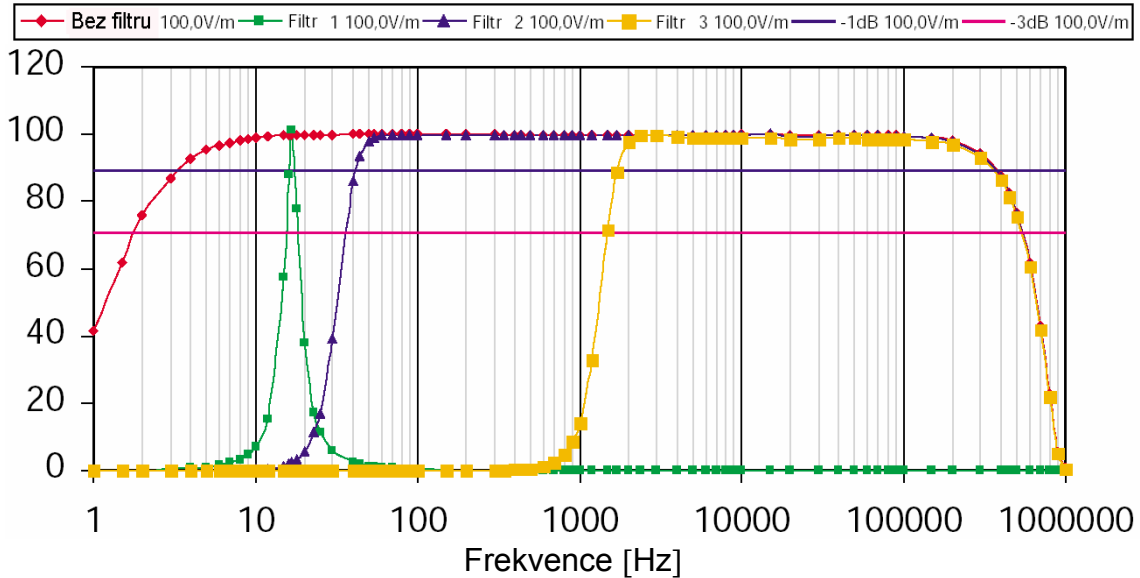
**Inovovaná elektronika:** přihlášená řada patentů postupů a zapojení (obvodů).

**Dlouhodobá preciznost:** součásti zapojení s automatickou kalibrací.

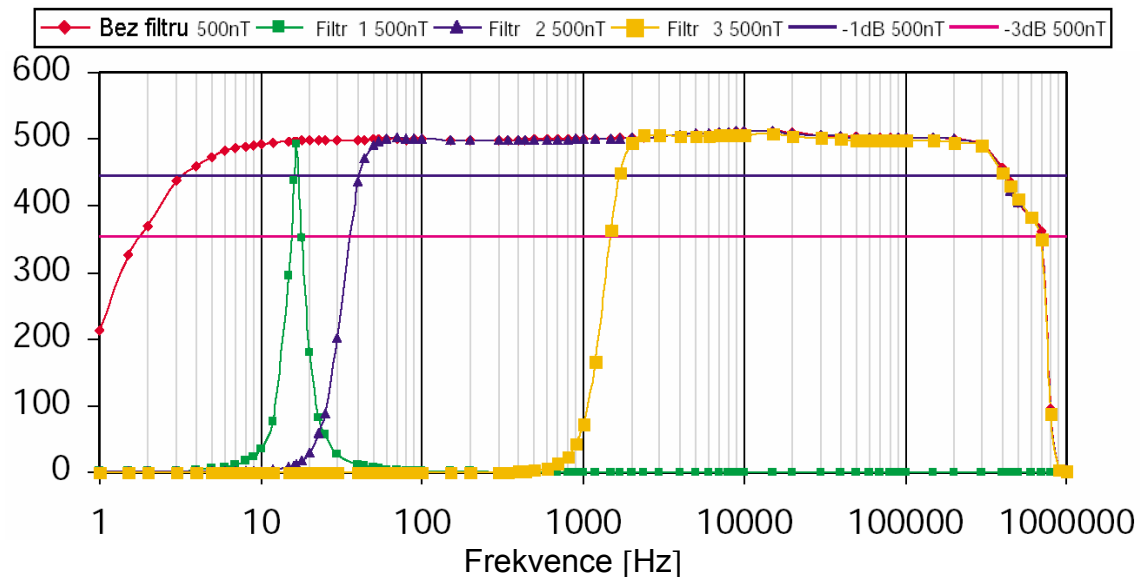
„Made in Germany“ - vyrobeno nejmodernější technologií SMD.

**Použití jakostních součástek:** „FR4-Basismateria“ a reprodukovatelný postup jejich výroby.

## Typická frekvenční charakteristika



## Intenzita elektrického pole [V/m]



## Hustota magnetického pole [nT] (indukce)

**FKtechnics<sup>®</sup>**

**CONRAD**  
partner

Tento návod k použití je publikace firmy Conrad Electronic.  
Návod k použití odpovídá technickému stavu při tisku !

**Změny vyhrazeny!**

02/2006