
Poznatky z revízií elektrických spotrebičov

Výpočtová technika – zdroj PC

Rudolf HUNA¹, Gabriel CIBIRA², Jana STAROŇOVÁ³

V článku sú zverejnené poznatky z odborných kontrol a revízií výpočtovej techniky so zameraním na zdrojovú časť osobného počítača (PC), ktorý predstavuje elektrický predmet triedy ochrany I v skriňových kovových verziách. Revízia PC a periférnych zariadení sa po obsahovej stránke vykonáva v súlade s odporúčaním STN 33 1610.

ÚVOD

Zamestnávateľ a pracovník môže užívať pracovné prostriedky (napr. osobný počítač /zariadenie triedy ochrany I) a používať pracovné postupy, len ak zodpovedajú predpisom **na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci**, ak sú dodržané podmienky, ktoré vymedzil projektant, konštruktér, tvorca alebo výrobca a po vykonaní údržby, prehliadok, kontrol, skúšok alebo **odborných prehliadok a odborných skúšok (revízií)** ustanovených osobitnými predpismi alebo technickou dokumentáciou výrobcu (§ 13 ods. 3, Zákona č. 124/2006 Z. z., o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov (Zákon č. 309/2007 Z. z., Zákon č. 140/2008 Z. z.). Tým je zabezpečená **základná bezpečnostná požiadavka** ochrany pracovníkov – používateľov PC **pred možným zásahom elektrickým prúdom**. Postup vykonania samotnej **prehliadky a skúšky (revízie)** je odbornou činnosťou kvalifikovaného pracovníka – revízneho technika.

1 Termíny a definície

Kontrola elektrického spotrebiča/PC: činnosť, pri ktorej sa prehliadkou a funkčnou skúškou zisťuje jej technický stav.

Revízia elektrického spotrebiča/PC: súhrn úkonov, pri ktorých sa prehliadkou, meraním a skúšaním zisťuje stav elektrického spotrebiča z hľadiska bezpečnosti (zahŕňa aj písanie správy). Revízia elektrického spotrebiča sa vykonáva:

- vždy po oprave, rekonštrukcii alebo úprave,
- vždy po každej predpokladanej alebo zistenej poruche PC zdroja,
- pravidelne v lehotách podľa Tab. 1 a Tab. 3,
- na zariadeniach spolupracujúcich s vlastným PC pri vynovení systému.

Prehliadka elektrického spotrebiča/PC: vizuálna kontrola stavu PC s použitím všetkých zmyslov potrebných na zistenie bezpečnosti pred zásahom elektrickým prúdom.

Skúšanie (funkčná skúška) PC: overenie funkcie ovládacích prvkov a posúdenie funkčnosti sluchom.

Meranie elektrického spotrebiča/PC: overenie elektrických parametrov z hľadiska bezpečnosti pred zásahom elektrickým prúdom meraním.

Písanie správy o revízii: zaznamenávanie výsledkov prehliadky, skúšania a merania.

¹ Ing. Rudolf HUNA, , tel.: 0960 423 925, mob.: 0905 358 238, e_mail: rudolf.huna@aos.sk

² Ing. Gabriel CIBIRA, tel.: 0960 423 202, e_mail: gabriel.cibira@aos.sk

³ Ing. Jana STAROŇOVÁ, tel.: 0960 423 926, e_mail: jana.staronova@aos.sk

Oprava elektrického spotrebiča/PC: činnosť, ktorej cieľom je obnovenie prevádzkyschopnosti a bezpečnosti, pri ktorej v prípade nutnosti dochádza k výmene dielov alebo jeho častí (pri oprave sa predpokladá otvorenie a zásah do PC).

Aby mohol **revízny technik** (skupina 05.2, príloha 2 Zákona č. 124/2006 Z. z.) v **revíznej správe/protokole** vyhodnotiť, že elektrický spotrebič/PC je schopný **bezpečnej prevádzky** (z hľadiska ochrany pred zásahom elektrickým prúdom), musí vykonať **prehliadku, skúšanie a meranie** parametrov (revíziu), ktoré potvrdia súlad ochrany s technickou normou. Veľmi dôležitá je spolupráca revízneho technika s IT pracovníkom, ktorý má v danej prevádzke pod správou výpočtovú techniku/PC.

2 Vykonávanie kontrol a revízií PC a jeho prvkov zostavy

Osobný počítač (PC) uložený v kovovej skrinke je elektrické zariadenie triedy ochrany I (nie notebook) a musí byť pri svojej bežnej činnosti bezpečný. Musí prejsť pravidelnou **kontrolou a pravidelnou revíziou v súlade so Zákonom č. 124/2006 Z. z.** Revíziu osobného počítača/PC je potrebné vykonať aj po každej oprave/vynovení systému. Kontroly a revízie elektrických spotrebičov počas ich používania sa vykonávajú podľa STN 33 1610. **Kontroly PC** môžu vykonávať **osoby poučené**, ktoré boli v rozsahu svojej činnosti zacvičené **rozsahom kontroly podľa STN 33 1610** a boli poučené o poskytovaní prvej pomoci po zásahu elektrickým prúdom. **Revízie PC** môžu vykonávať vždy len **revízni technici v súlade so Zákonom č. 124/2006 Z. z.**

Rozdelenie elektrických spotrebičov podľa STN 33 1610:

- na elektrické spotrebiče držané počas normálneho používania v ruke (sú najnebezpečnejšie),
- prenosné spotrebiče do 18 kg (nie sú trvalo pripojené, patrí sem aj osobný počítač/PC),
- neprenosné spotrebiče ťažšie ako 18 kg.

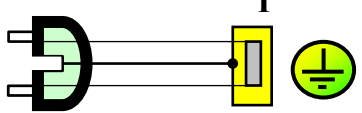
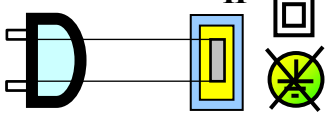
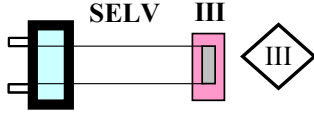
Rozdelenie elektrických spotrebičov do skupín:

- skupina **A**: spotrebiče poskytované formou prenájmu ďalšiemu užívateľovi,
- skupina **B**: spotrebiče používané vo vonkajšom priestore (stavby, poľnohospodárske práce a pod.),
- skupina **C**: spotrebiče používané pri priemyselnej a remeselníckej činnosti vo vnútorných priestoroch,
- skupina **D**: spotrebiče používané vo verejne prístupných priestoroch (školy, kluby, hotely a pod.)
- skupina **E**: spotrebiče používané pri administratívnej činnosti.

Tab. 1 Lehoty pravidelných kontrol a revízií elektrických spotrebičov/PC

Skupina elektrických spotrebičov	Spotrebiče držané v ruke		Prenosné spotrebiče/PC		Neprenosné a pripevnené spotrebiče	
	Kontrola	Revízia	Kontrola	Revízia	Kontrola	Revízia
A	Vždy pred ich vydaním používateľovi					
B	pred použitím	1x za 3 mesiace	pred použitím	1 x za 3 mesiace	pred použitím	1 x za 6 mesiacov
C	pred použitím	1x za 6 mesiacov	pred použitím	1 x za 12 mesiacov	pred použitím	podľa STN 33 1500:2007
D	1x za týždeň	1x za 12 mesiacov	1 x za 1 mesiac	1 x za 12 mesiacov	1 x za 3 mesiace	podľa STN 33 1500:2007
E	1x za mesiac	1x za 12 mesiacov	1 x za 6 mesiacov	1 x za 24 mesiacov	1 x za 12 mesiacov	podľa STN 33 1500:2007

Tab. 2 Triedy ochrán elektrických spotrebičov/spolupracujúcich zariadení s PC

Elektrické spotrebiče/PC		
Trieda ochrany I	Trieda ochrany II	Trieda ochrany III
 <p>Elektrický spotrebič/PC triedy ochrany I:</p>	 <p>Elektrický spotrebič/PC triedy ochrany II:</p>	 <p>Elektrický spotrebič/PC triedy ochrany III:</p>
<p>ochrana je zabezpečená základnou izoláciou a spojením prístupných vodivých častí s ochranným vodičom siete; takto chránené časti sa v prípade poškodenia základnej izolácie odpoja vďaka fungujúcej ochrane samočinným odpojením napájania pri poruche. Súčasťou ochrany je aj ochranný vodič pohyblivého (šnúrového) prívodu náradia;</p> <ul style="list-style-type: none"> - monitor - skriňová kovová verzia PC - zálohovací zdroj UPS - tlačiareň, kresliaci plotter - kopírovací stroj, termolis - iné externé komponenty 	<p>ochrana je zabezpečená základnou a prídavnou izoláciou, čím vznikne izolácia dvojitá, alebo izoláciou zosilnenou, ktorá sa svojím účinkom vyrovná dvojitej izolácii; pohyblivý prívod má len dve žily, nemá dutinku pre ochranný kontakt zásuvky;</p> <ul style="list-style-type: none"> - tlačiareň, multifunkčné zariadenie - modem, fax, wifi, router, kamera - napájací zdroj na notebook - laminátor - iné externé komponenty 	<p>ochrana je zabezpečená napájaním bezpečným malým napätím, napr. pomocou bezpečnostného ochranného transformátora (STN EN 60742), alebo z elektrochemic-kých zdrojov;</p> <ul style="list-style-type: none"> - notebook - klávesnica - myš - mikrofón, - nf. reproduktorové sústavy - kamera - iné externé komponenty
<p><i>Poznámka: Na PC, alebo zostave PC pozostávajúcej z viacerých spolupracujúcich zariadení musia byť vyznačené nasledujúce údaje: certifikačná značka, číslo štátnej skúšobne, menovité napätie, značka pre druh prúdu, menovitá frekvencia, menovitý príkon, typ, značka triedy ochrany II, III a iné dôležité údaje (stupeň ochrany krytím a pod.).</i></p>		

3 Rozsah kontrol, skúšania a merania pri revízii osobného počítača/PC

Kontrola je činnosť pri ktorej sa prehliadkou a skúškou funkčnosti zisťuje technický stav osobného počítača/PC.

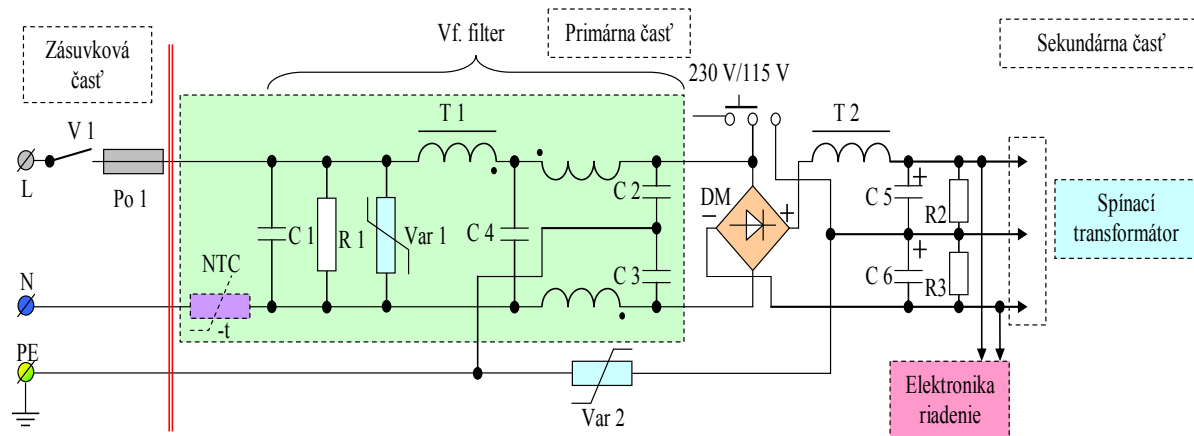
Funkčná skúška je overenie funkcie ovládacích prvkov a sluchové posúdenie PC po pripojení na menovité napätie. Chod ventilátorov musí byť pravidelný, bez nadmerného hluku. Ovládacie a ochranné prvky (spínače, prepínače, regulátory otáčok, optické a akustické návěsti, mechanické konektory, šnúrové vedenia, predlžovacie pohyblivé prívody a pod.) musia spoľahlivo plniť svoju prevádzkovú funkciu.

Meranie je overenie elektrických parametrov PC a jeho komponentov zostavy z dôvodu bezpečnej ochrany používateľa z hľadiska možného zásahu elektrickým prúdom a následným úrazom.

Meraním sa zisťuje, či pri poruche, ktorou môže byť napríklad poškodená izolácia na prívodnej šnúre do zdrojovej napájacej časti PC (ak sa jedná o triedu ochrany I), či nie je prerušený ochranný vodič, zvýšená hodnota poruchového (nebezpečného) prúdu. Uvedené merania chránia aj majetok pred jeho poškodením.

4 Zdroj – napájacia časť PC/elektrický spotrebič triedy ochrany I

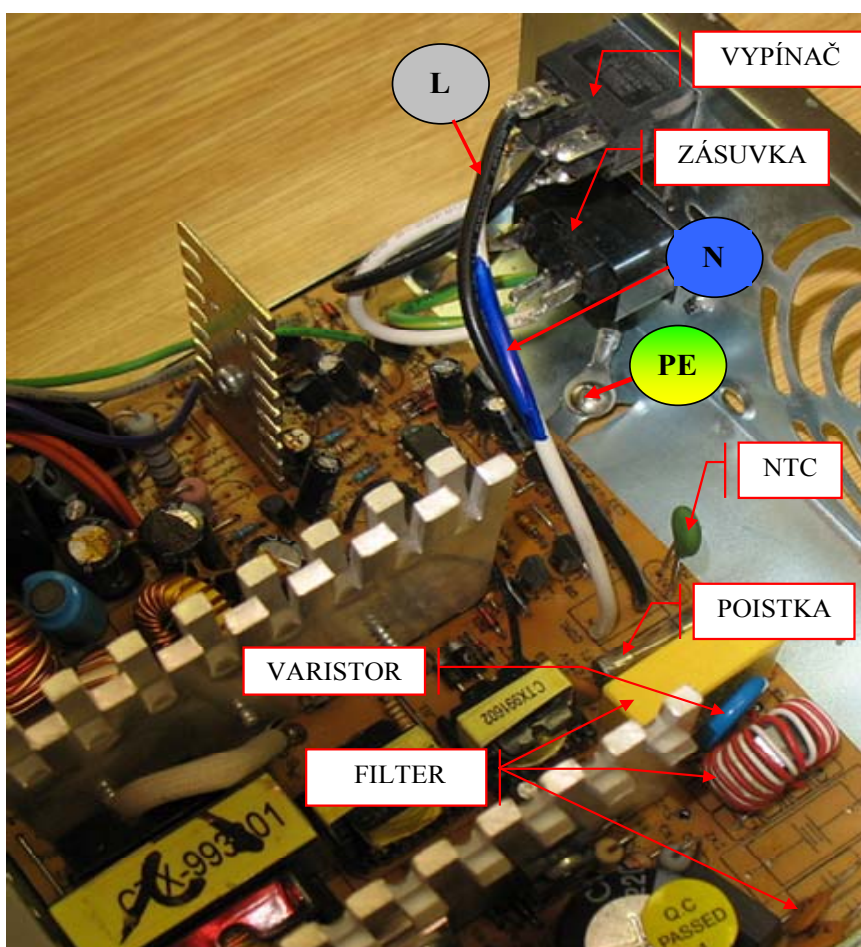
V súčasnosti sa na našom trhu nachádza široký sortiment napájacích zdrojov pre osobné počítače/PC. Tak ako výpočtová technika, aj v nej najčastejšie používané napájacie zdroje typu ATX (Advanced Technology Extended) prešli určitým konštrukčným vývojom.



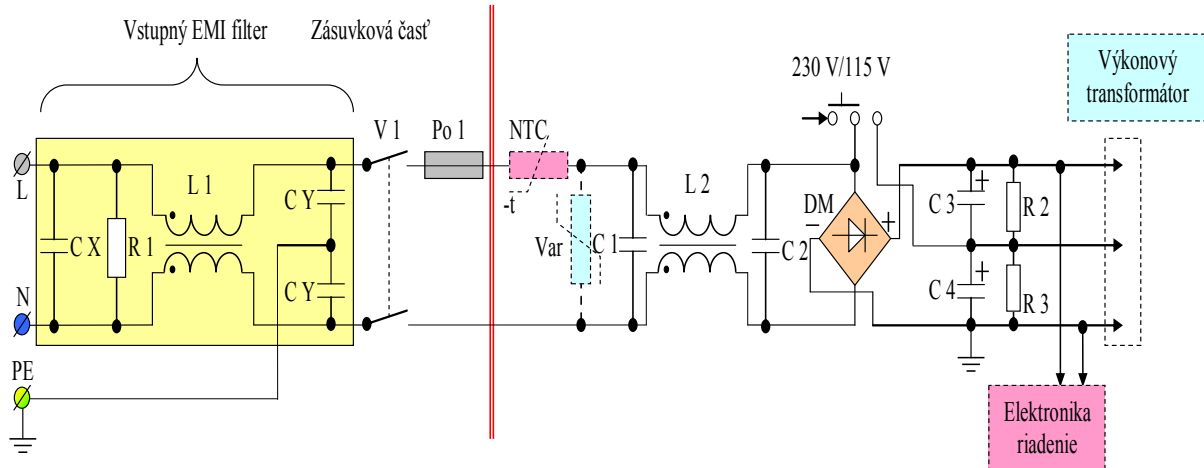
Obr. 1 Vstupný obvod napájacieho zdroja PC – filter je umiestnený za sieťovým vypínačom

Uvedené napájacie zdroje sú spínacie zdroje a pracujú ako dvojčinné meniče s reguláciou výstupného napätia. Pre svoju činnosť používajú elektronické prvky a obvody, ktoré sa nesprávnym meraním môžu zničiť. Najčastejšie sa používajú dva spôsoby pripojenia napájacích zdrojov k napájacemu napätiu:

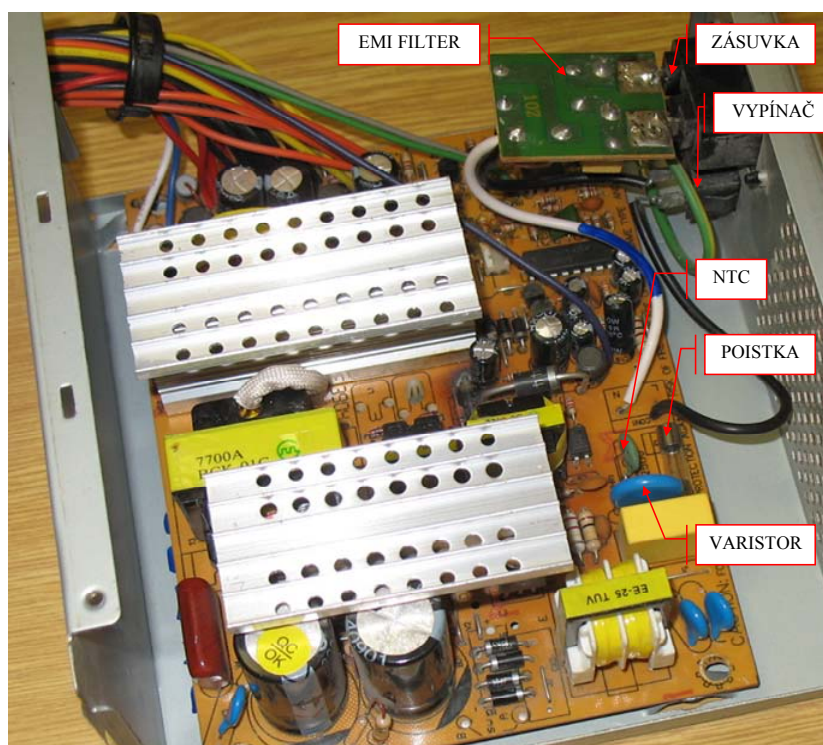
- 1) za zásuvkou napájacieho zdroja sa nachádza filtračný obvod;
- 2) za zásuvkou napájacieho zdroja je sieťový vypínač.



Obr. 2 Popis ochranných prvkov v PC ATX zdroji



Obr. 3 Vstupný obvod napájacieho zdroja PC – filter je umiestnený pred sieťovým vypínačom



Obr. 4 Popis ochranných prvkov v PC ATX zdroji

Popis zapojenia vstupnej časti PC zdroja z hľadiska ochrany pred zásahom elektrickým prúdom a vlastnej revízie

Zapojenie ATX napájacích zdrojov je s možnosťou regulácie alebo s pevným nastavením výstupných napätí. Zdroje sa nachádzajú v kovových skrinách s krytím IP 20. Vzhľadom na použitie elektronického riadenia zapnutia/vypnutia a bezpečné hodnoty malého napätia (napr. $\pm 12\text{V}/\pm 5\text{V}/\pm 3,3\text{V}$) s veľkým prúdovým zaťažením (napr. 40A/15A/5A) napájacie zdroje PC používajú rýchle ochrany pri skrate výstupných napätí, čo je realizované spôsobom elektronického blokovania napájania. Pre opätovné zapnutie nepostačuje odstrániť len skrat, ale je potrebné odpojiť zdroj od napájacej siete. Pre vlastnú ochranu zdroja PC sú využívané:

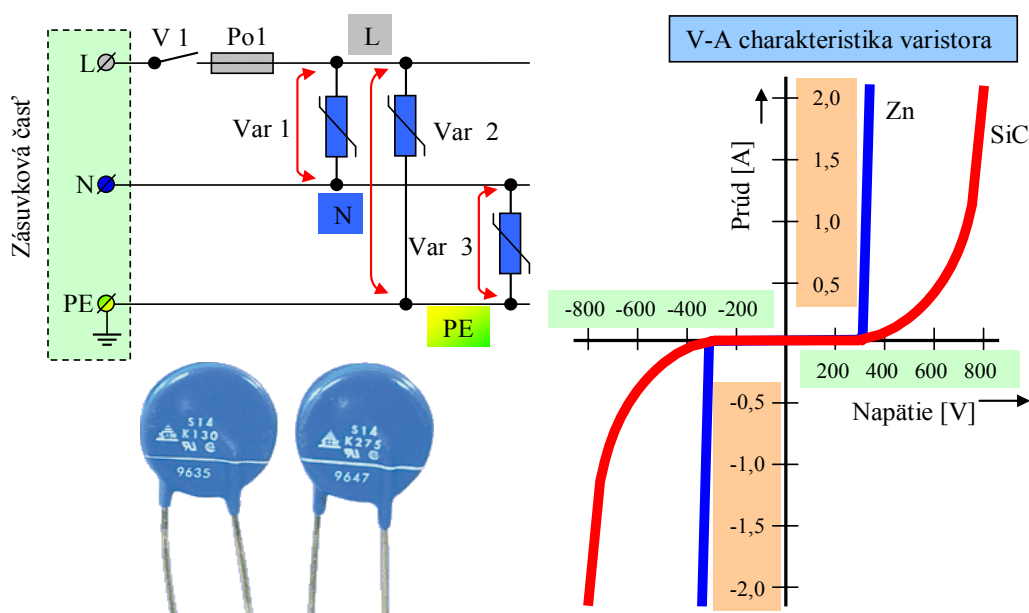
- ▶ vstupné nadprúdové prvky (poistka Po1, termistory NTC/PTC) na ochranu zdroja pri skrate vstupných obvodov zdroja (L, N, PE),
- ▶ sieťové filtračné obvody na ochranu pred nežiaducimi zvlneniami (EMI), spôsobenými inými zariadeniami napájanými z tej istej nn siete (v súčasnosti sú zabudované priamo vo vstupnej zásuvke osobného počítača),
- ▶ ochrany pred nežiaducimi prepätiami (varistor, termistor, bleskoistka, zenerova dióda, supresorová dióda a pod.).

Zdroje v osobných počítačoch, uložené v kovových skriniach, sú elektrické zariadenie triedy ochrany I. Pre svoju činnosť využívajú elektronické obvody riadenia. Sieťové napätie 230 V/50/60 Hz je privedené:

- priamo cez vypínač V1, poistku Po1, termistor, varistor, vstupný filter, usmerňovač, obvody riadenia a transformátor (obr. 1, 2);
- cez vstupný filter, vypínač V1, poistku Po1, termistor, varistor, usmerňovač, obvody riadenia a transformátor (obr. 3, 4);

A) Funkcia varistora na vstupe PC zdroja

Najčastejšími ochrannými prvkami na vstupe PC zdroja proti prepätiu sú varistory (napät'ovo závislé rezistory, s narastajúcim napätím sa ich odpor výrazne znižuje), obr. 5.



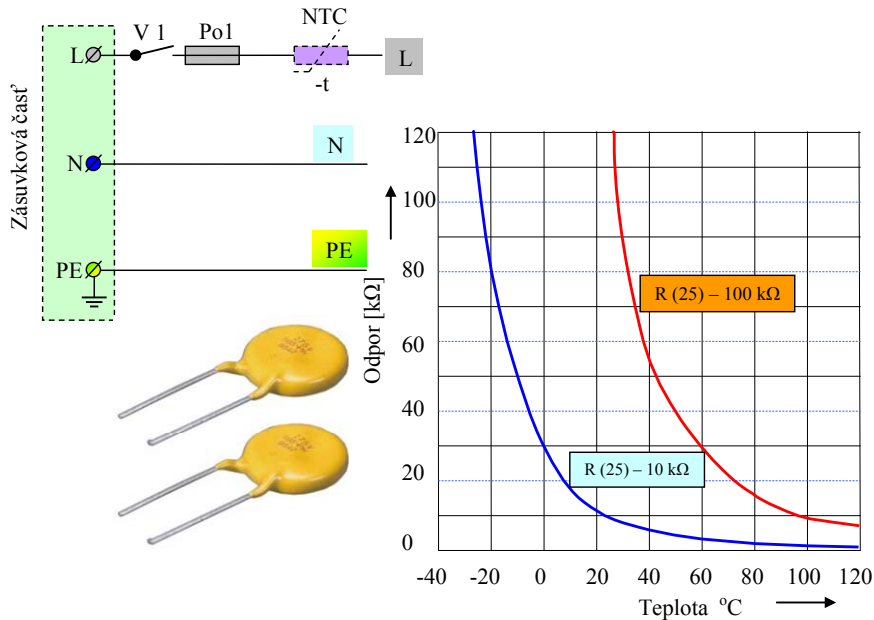
Obr. 5 V-A charakteristika varistora a jeho zapojenie na vstupe PC zdroja

Úlohou varistora je odvieť krátkodobé nežiaduce prepätie (vytvoriť skrat), keď napätie medzi dvoma vodičmi (L-N), (L-PE), (N-PE) presahuje prahovú hodnotu varistora. Keď bude napätie vyššie ako je jeho prahová hodnota, varistor sa otvorí a zvedie nežiaduce prepätie na ochranný vodič PE, alebo sa vytvorí naprúdová slučka zabezpečujúca samočinné odpojenie istiacieho ochranného prvku (poistka Po1). V PC zdrojoch sa používajú varistory od $\approx 275 V_{AC}/\approx 350 V_{DC}$ do $\approx 350 V_{AC}/\approx 460 V_{DC}$.

B) Funkcia termistora (NTC/PTC) na vstupe PC zdroja

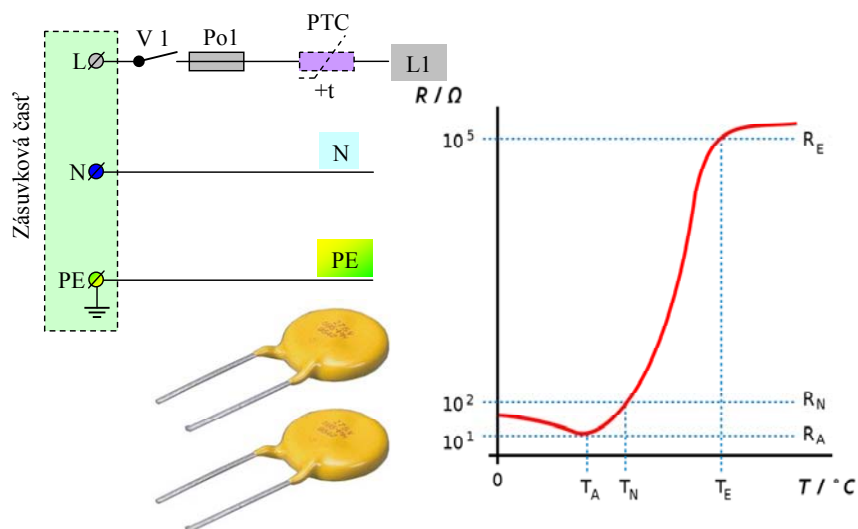
- 1) Na potlačenie rušivých vplyvov, ktoré môžu vzniknúť najčastejšie spínacími pochodmi (napr. pri zapnutí - Inrush Current Limiting) sa používa v PC zdrojoch termistor so záporným koeficientom odporu. Termistor/NTC (-t) je najčastejšie zapojený do série za istiacim prvkom – poistkou (Po1) a jeho funkcia spočíva v tom, že v stave kľudu má relatívne veľký odpor. Prechodom prúdu sa termistor zahreje, čím hodnota jeho

odporu klesne až 50 násobne. Výsledkom je potlačenie veľkých prúdových impulzov, ktoré vznikajú pri zapnutí samotného PC zdroja, ale aj spínacími pochodmi (zapínaním/vypínaním) iných elektrických spotrebičov napájaných z toho istého nn rozvodného systému. Spolu so vstupným filtrom predstavuje tzv. **čističa všetkých rušivých impulzov**, ktoré by mohli spôsobiť rušenie samotného PC a jeho spolupracujúcich zariadení.



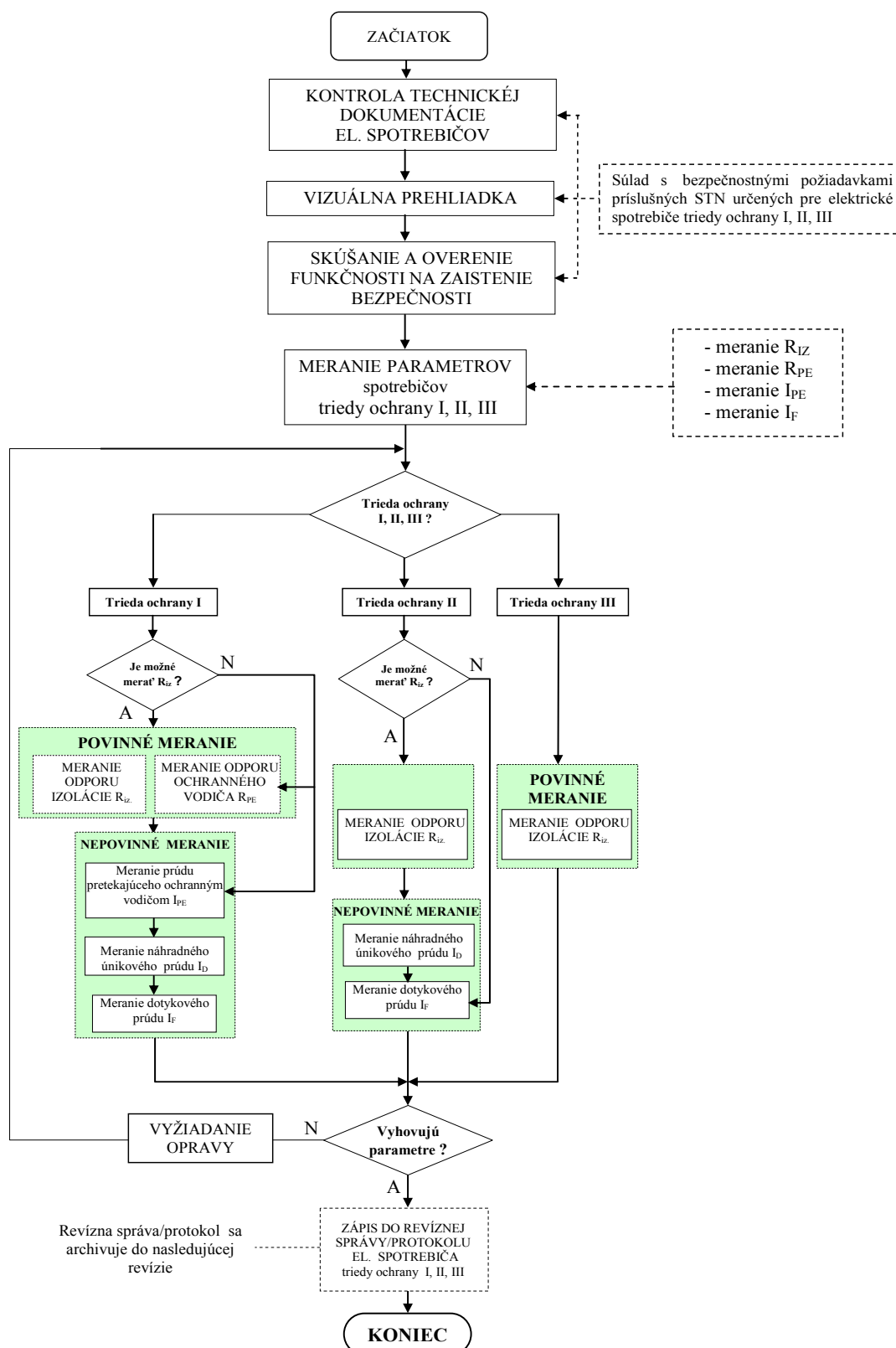
Obr. 6 Teplotná charakteristika termistora NTC (-t) a jeho zapojenie na vstupe PC zdroja

- 2) Termistor/PTC (+t) s kladným koeficientom odporu sa zapája do série s chráneným obvodom PC zdroja. V pokojnom stave má veľmi malý odpor. Pri poruche PC zdroja (napr. na ochrannom vodiči PE vznikne nebezpečné dotykové napätie) sa termistor (+t) zohreje na vysokú teplotu a prudko narastie jeho odpor. Tým sa chráni obvod PC zdroja pred možným poškodením. Po odstránení poruchy sa vráti do pôvodného stavu. Najčastejšie sa v zapojeniach používa, ako náhrada trubičkových poistiek, alebo zdvojujú ich funkciu z hľadiska nadprúdu.



Obr. 7 Teplotná charakteristika termistora PTC (+t) a jeho zapojenie na vstupe PC zdroja

5 Povinná kontrola a meranie pri revízii PC – praktické poznatky



Vychádzajúc z praktických poznatkov, skúseností, kontrol a revízií je táto kapitola zameraná na kontrolu a meranie tých parametrov, z ktorých sa dá jednoznačne vyhodnotiť bezpečnosť zdrojovej/napájacej časti PC a ostatných periférnych/spolupracujúcich zariadení. Pri periodických revíziách sa odporúča používať jeden merací prístroj (multifunkčný merací prístroj s pamäťovou jednotkou).

Pred samotnou revíziou elektrického spotrebiča/PC je revízny technik povinný:

- ▶ naštudovať technickú dokumentáciu – schémy zapojenia elektrických obvodov,
- ▶ zopakovať si problematiku kontroly a merania elektrických spotrebičov/PC so zameraním sa na zvláštnosti a odlišnosti ich použitia v definovanom prostredí,
- ▶ preštudovať evidenčné listy (revízne správy) a porovnať ich s fyzickým stavom predloženého elektrického zariadenia.

5.1 Kontrola (vizuálna prehliadka)

- ▶ šnúrových vedení (najčastejšie nedostatky sú v tom, že šnúrové vedenia sú mechanicky poškodené, zlomené vodiče v ohyboch. Skriňová verzia PC je elektrický spotrebič triedy ochrany I, kryt a zdrojová časť je z kovového - vodivého materiálu. Prívodná šnúra/predlžovací pohyblivý prívod je vždy **trojvodičová v spoločnom obložení**;
- ▶ krytov (zaprášené - nie je odvod a prívod vzduchu na chladenie, IP krytie – živých častí narušené, narušená veľkosť vetracích otvorov – mechanické poškodenie);
- ▶ sieťové vypínače (mechanické poškodenie);
- ▶ nadmernej hlučnosti zariadenia (ventilátory chladiaceho zariadenia musia mať tichý chod);

Poznámka: pri kontrole používať gumové rukavice s certifikáciou do $\approx 500 V_{AC}$ a certifikované mechanické náradie.

5.2 Meranie odporúčaných parametrov PC/spolupracujúcich zariadení

Pre správne vyhodnotenie z hľadiska bezpečnosti elektrického spotrebiča I, II, alebo III triedy ochrany je postačujúce vykonať nasledujúce merania:

- ▶ **meranie odporu ochranného vodiča (R_{PE})** – skriňová verzia PC + zdroj PC (elektrické spotrebiče triedy ochrany I) – **povinné meranie**;
- ▶ **meranie izolačného odporu (R_{IZ})** – skriňová verzia PC + zdroj PC + ostatné spolupracujúce jednotky (elektrické spotrebiče triedy ochrany I, II, III) – **povinné meranie**;
- ▶ **meranie prúdu pretekajúceho ochranným vodičom (I_{PE})** – elektrické spotrebiče triedy ochrany I, II – **nepovinné meranie**;
- ▶ **meranie dotykového prúdu (I_F)** – elektrické spotrebiče triedy ochrany I (nie sú neživé vodivé časti spojené s ochranným vodičom PE) + elektrické spotrebiče triedy ochrany II – **nepovinné meranie**;

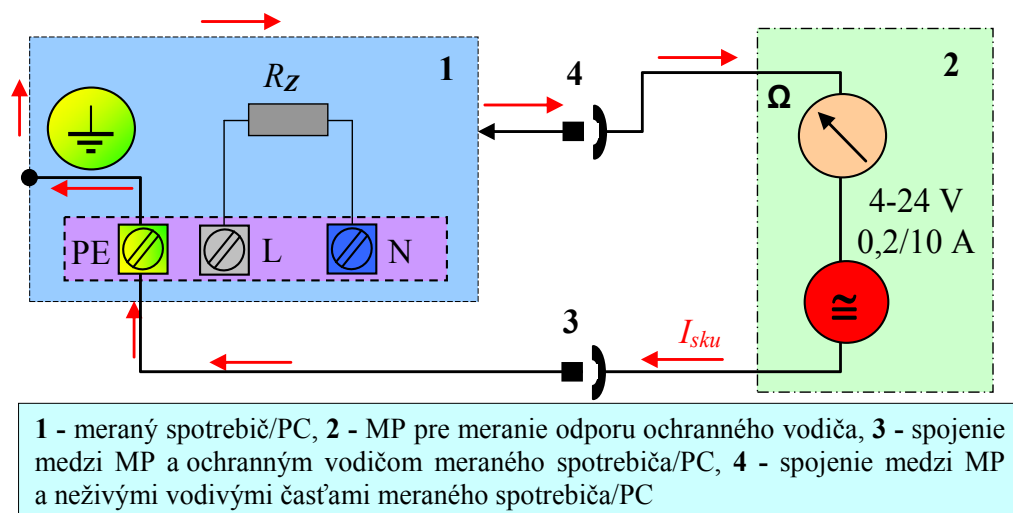
Z hodnôt nameraných parametrov je možné bezpečne vyhodnotiť prevádzkyschopnosť osobného počítača/PC a ostatných spolupracujúcich zariadení triedy ochrany I, II, III z hľadiska možného zásahu používateľa elektrickým prúdom.

5.2.1 Meranie odporu ochranného vodiča R_{PE} /PC zdroja - povinné meranie

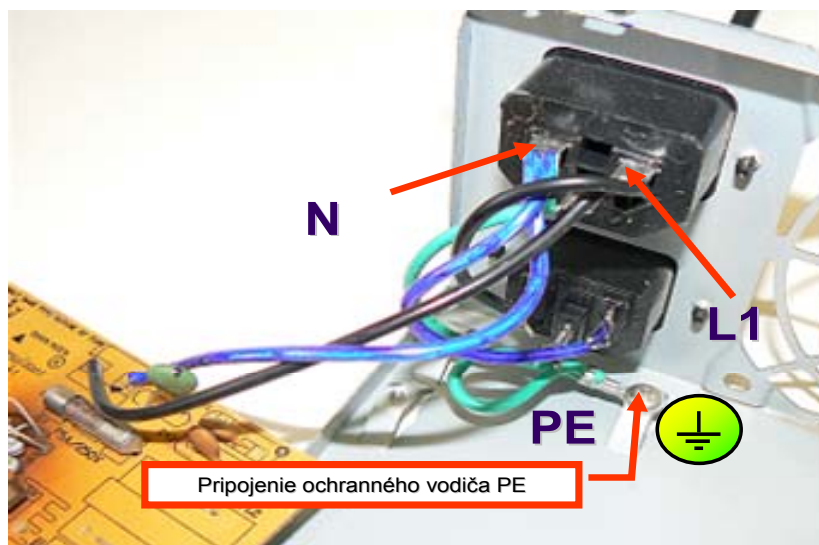
Vlastným meraním sa preverí, či ochranné spojenie neživých vodivých častí elektrického spotrebiča/PC s ochranným vodičom (PE) napájacieho systému je prepojené a zabezpečené:

- rýchle odpojenie spotrebiča/PC v prípade poruchy, kedy sa pri chybnnej izolácii dostane nežiaduce napätie zo živej časti na neživú vodivú časť spotrebiča/PC,
- odvedenie unikajúcich prúdov na ochranný vodič PE,
- vyrovnanie potenciálov medzi zemou/ochranným vodičom PE a neživými vodivými časťami.

Meranie odporu ochranného vodiča R_{PE} sa vykonáva na spotrebičoch/PC triedy ochrany I medzi ochrannou zdierkou/kontaktom vidlice a prístupnými neživými vodivými časťami spojenými s ochranným vodičom PE spoločne napr. s predlžovacím alebo šnúrovým odpojiteľným prívodom, ktorý je pripojený do zdroja PC za použitia striedavého alebo jednosmerného napätia 4 až 24 V/0,2 až 10 A. Meranie sa v súčasnosti vykonáva multifunkčnými meracími prístrojmi s automatizovaným zberom údajov, spolupracujúcimi cez zbernicu RS 232 s výpočtovou technikou.



Obr. 8 Princíp merania odporu ochranného vodiča R_{PE} elektrického spotrebiča/PC triedy ochrany I



Obr. 9 Vnútorne zapojenie vodičov napájania (L1, N, PE) PC zdroja

Odpor ochranného vodiča PE meraný medzi ochrannou zdierkou vidlice a prístupnými vodivými neživými časťami PC spojenými s ochranným vodičom PE. Nesmie mať hodnotu väčšiu, ako: $0,3 \Omega$ pri dĺžke prívodu do 5 m; + $0,1 \Omega$ sa pripočíta na každých 7,5 m dĺžky prívodu.

Počas dobu merania revízny technik pohybuje prívodným napájacím vodičom (s predlžovacím pohyblivým prívodom) hlavne na koncoch vedenia a kontroluje, či nedochádza k výraznej zmene hodnoty odporu.



Obr. 10 Príklad merania odporu ochranného vodiča R_{PE} na spotrebiči/PC zdroji meracím prístrojom PU 194 10 A Delta



Obr. 11 Príklad merania odporu ochranného vodiča R_{PE} na spotrebiči/PC zdroji meracím prístrojom AlphaPAT MI 2142 METREL

5.2.2 Meranie izolačného odporu R_{IZ} – povinné meranie

Pri meraní izolačného odporu zdroja PC je potrebné, aby po dobu merania boli všetky spínacie prvky - vypínače a regulátory **vypnuté**. Meranie sa vykonáva skúšobným napätím $500 V_{DC}/1 \text{ mA}$ po dobu 5 až 10 s (obr. 11).

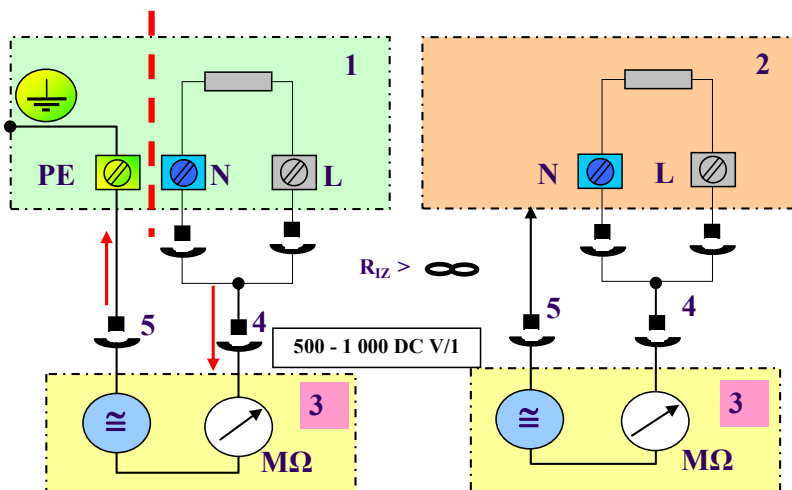
Izolačný odpor sa meria (STN 33 1610):

- na spolupracujúcich zariadeniach PC triedy ochrany I medzi živými a neživými vodivými časťami, poprípade prístupnými vodivými časťami (je potrebné zistiť, či na vstupe zariadenia sa nachádzajú elektronické prvky));
- na spolupracujúcich zariadeniach triedy ochrany II medzi živými a prístupnými vodivými časťami;
- na spolupracujúcich zariadeniach triedy ochrany III medzi živými a prístupnými vodivými časťami;
- na pohyblivých (predlžovacích, odpojiteľných) prívodoch medzi pracovnými vodičmi (L, N) a ochranným vodičom PE (posudzuje sa ako trieda ochrany I);
- na spolupracujúcich zariadeniach, ktoré využívajú sieťové napájacie transformátory pracujúce v spojitom režime (trieda ochrany I, II) medzi živými časťami vstupného a výstupného obvodu (posudzuje sa ako spotrebič triedy ochrany II), na transformátoroch triedy ochrany I ešte medzi pracovnými vodičmi a ochranným vodičom (posudzuje sa ako spotrebič triedy ochrany I).

Tab. 3 Hodnoty izolačných odporov R_{IZ}

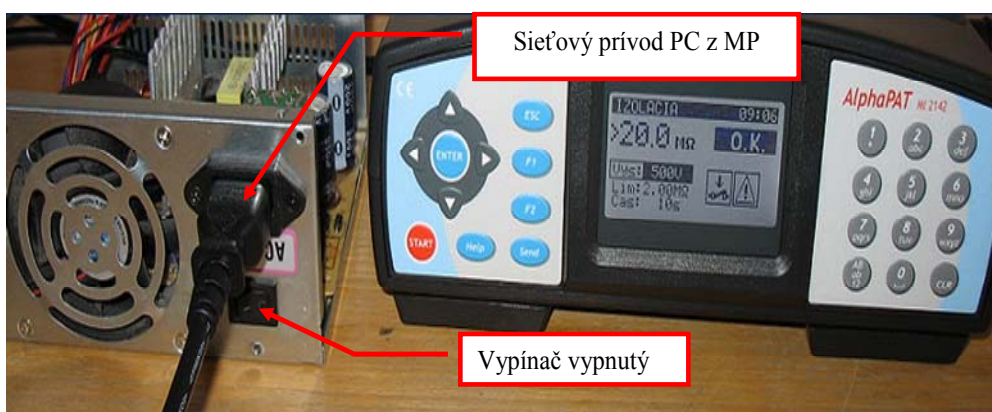
IZOLAČNÝ ODPOR [MΩ]			
Spotrebiče triedy ochrany	I	II	III
Elektrické spotrebiče držané v ruke	> 2	> 7 (pre svietidlá postačuje 4 MΩ)	> 0,25
Ostatné spotrebiče, okrem elektrotepelných nad 3,5 kW	> 1	> 2	
Elektrotepelné spotrebiče nad 3,5 kW	> 0,3*		

*Hodnota môže byť menšia, ak prúd pretekajúci ochranným vodičom nie je väčší ako 1 mA na 1 kW výkonu spotrebiča.



1 – meraný spotrebič triedy ochrany I, 2 – meraný spotrebič triedy ochrany II,III, 3 – MP, 4 – spojenie medzi MP a meraným spotrebičom, 5 – spojenie medzi MP a vodivými časťami meraného spotrebiča (I, II,III) prístupnými dotyku

Obr. 12 Princíp merania izolačného odporu R_{IZ} .



Obr. 13 Príklad merania izolačného odporu (meranie medzi L, N, PE vodičom) v prístrojovej zásuvke PC zdroja meracím prístrojom AlphaPAT MI 2142 METREL

Poznámka:

Meranie izolačného odporu sa *nevykonáva* (STN 33 1610):

- ▶ keď elektrický spotrebič/PC, alebo spolupracujúce zariadenia majú vo svojom obvode zapojené elektronické prvky, ktoré pri odpojení od sieťového napájania sa prestavia do polohy, ktoré neumožnia zmeranie izolačného odporu celého PC alebo jeho spínacieho zdroja;
- ▶ na elektrickom spotrebič/PC, ktorý obsahuje časti, ktoré pri meraní skúšobným napätím 500 V_{DC}/1 mA môžu byť poškodené.

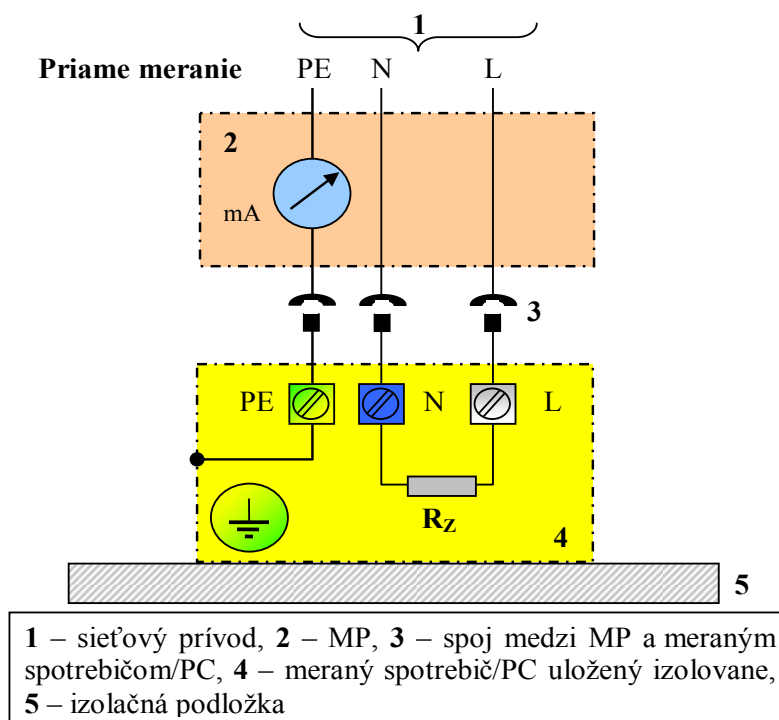
Z uvedeného vyplýva, že meranie izolačného odporu napájacej zdrojovej časti skriňového PC by sa nemalo vykonávať, ale multifunkčné meracie prístroje nám takéto meranie dokážu vykonať. Pri meraní izolačného stavu je potrebné odpojiť vypínačom V1 prírodné šnúrové vedenia od vlastného zdroja PC. V takomto prípade sa meria len izolačný stav medzi odpojenými pracovnými vodičmi L, N voči zapojenému ochrannému vodiču PE (je trvalo spojený s neživou vodivou časťou zdroja PC a kovovou vodivou skriňou celého PC). Meranie sa vykonáva najčastejšie multifunkčnými prístrojmi, ktoré majú takýmto spôsobom nastavené automatizované merania. Keby bolo meranie izolačného odporu vykonávané pri zapnutom sieťovom vypínači V1 (obr. 1, 3) nezmeria sa izolačný odpor, ale odpor (vnútorná impedancia) prvkov zapojených pred vstupom riadenia vlastného napájacieho zdroja PC (termistor, filter, varistor, odpor, indukčnosť, kapacita a pod.). V praxi sa potom často stáva, že medzi svorkami pracovných vodičov (L, N) a ochranným vodičom PE sa MP so skúšobným jednosmerným napätím $500 V_{jed}/1 \text{ mA}$ nameria hodnota odporu, ktorý môže dosiahnuť až hodnoty požadovaného izolačného odporu (stovky $M\Omega$), ale to nie je nameraný izolačný odpor zariadenia, podľa ktorého sa dá jasne zodpovedať, že zariadenia je schopné prevádzky a je bezpečné. Je to vnútorný odpor zapojených prvkov na vstupe zdrojovej časti PC. V neposlednom rade niektoré obvody zdroja PC z dôvodov stabilizácie napájania sú priebežne pospájané cez neživú vodivú časť/kostru PC k ochrannému vodiču PE, čím sa vytvárajú zvody na neživú vodivú časť/kostru PC. Pred meraním by bolo nutné tieto spoje odstrániť. V takomto prípade by to bol zbytočný zásah do zdroja, čo by predražilo vlastnú revíziu výpočtovej techniky. Napájacie zdroje vyrábané po roku 2002 obsahujú elektronické obvody zapínania (napr. TL 493, ...5). To umožňuje zapnutie/vypnutie zdroja pomocou riadiaceho impulzu. V niektorých prípadoch ani nedôjde ku galvanickému odpojeniu zdroja. V tzv. stave spánku je zdroj neustále pod určitou hodnotou napätia. V niektorých zapojeniach PC zdrojov (obr. 5) skúšobným jednosmerným napätím $500 V_{DC}/1 \text{ mA}$ zmeria revízny technik funkciu varistora. Najčastejšie používaný varistor v PC zdrojoch má otváracie napätie od $275 \text{ V} - 400 \text{ V AC/DC}$. Tento sa otvorí a meraním sa vyhodnotí skrat pracovného vodiča L, alebo N voči vodiču ochrannému PE a tým revízny technik vyhodnotí celý zdroj PC, ako nefunkčný. V opačnom prípade zavedením skúšobného jednosmerného napätia $500 V_{DC}/1 \text{ mA}$ do zdroja PC pri zopnutom vypínači V1 (obr. 1, 3) môže dôjsť k poškodeniu elektronických prvkov v samotnom zdroji, čo sa prejaví tak, že zapnutím zdroja PC tento vôbec nenabehne, čím je jasné, že ho revízny technik zničil meraním.

V žiadnom prípade nesmie revízny technik vykonávať meranie izolačného odporu medzi pracovnými vodičmi L a N. Tam, kde je splnená podmienka možnosti merania izolačných odporov na spolupracujúcich zariadeniach s osobným počítačom PC sa meranie izolačných odporov vykonáva v súlade s STN 33 1610.

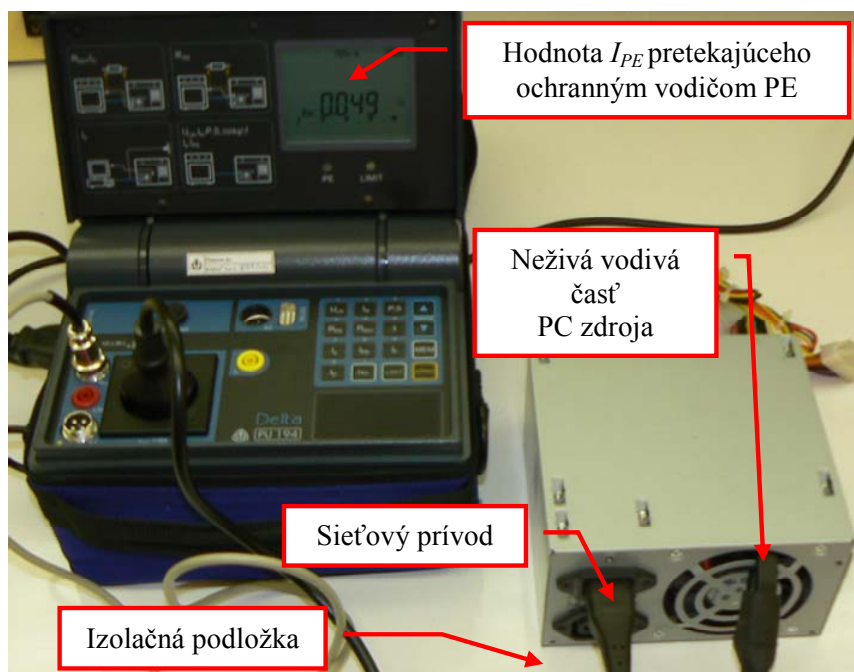
5.2.3 Meranie prúdu I_{PE} pretekajúceho ochranným vodičom PE PC zdroja (nepovinné meranie)

Pri nekvalitnej izolácii a pri prítomnosti kapacitného prúdu, môže pri zapnutom spotrebiči začať pretekať ochranným vodičom PE prúd I_{PE} . Jeho hodnota je daná pomerom fázového napätia U_f a impedancie Z_S (nie len činným odporom celej izolácie): $I_{PE} \leq \frac{U_f}{Z_S}$.

V prípade porušenia ochranného vodiča PE by takýto prúd mohol pretekať pri náhodnom dotyku človeka so spotrebičom/PC jeho telom. Maximálna hodnota I_{PE} pre elektrické spotrebiče/PC triedy ochrany I je do $3,5 \text{ mA}$ (obr. 14). V praxi sa meria prúd pretekajúci ochranným vodičom PE pri priložení sieťového napätia (musí byť zapnutý sieťový vypínač) na spotrebič triedy ochrany I. merací prístroj vykoná pri meraní zámenu vodičov L a N. Merané spotrebiče/PC sú uložené izolovane, lebo celkový unikajúci rozdielový prúd môže byť väčší, ako prúd pretekajúci ochranným vodičom.



Obr. 14 Meranie prúdu I_{PE} pretekajúceho ochranným vodičom PE izolovane uložených spotrebičov/PC triedy ochrany I



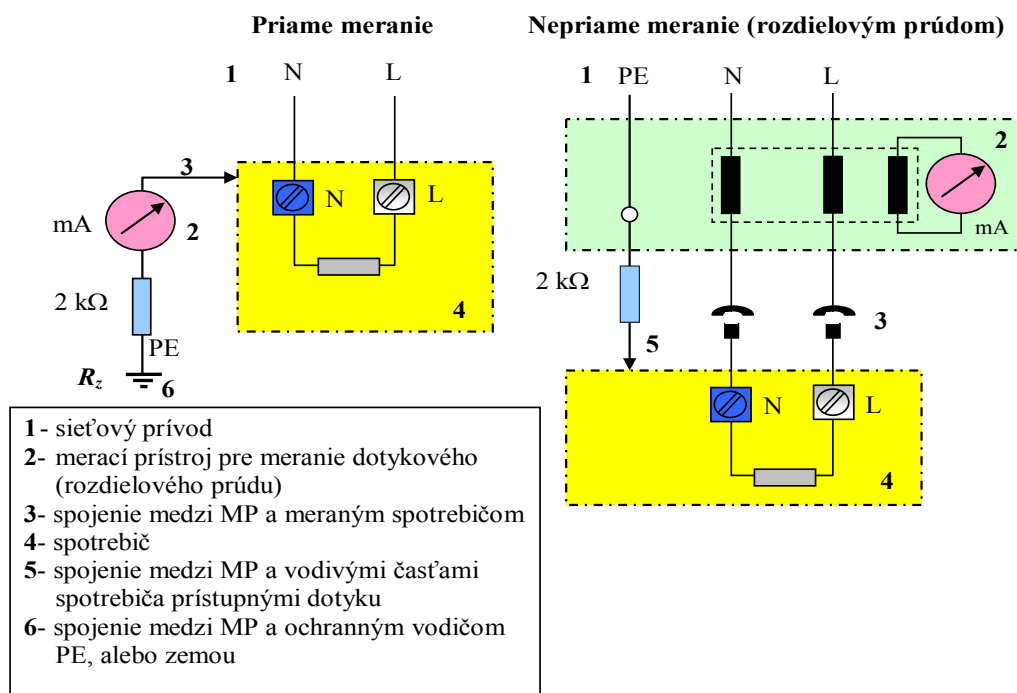
Obr. 15 Príklad merania prúdu I_{PE} pretekajúceho ochranným vodičom PE izolovane uložených spotrebičov/PC triedy ochrany I

Tab. 4 Maximálne hodnoty I_{PE}

Prúd I_{PE} pretekajúci ochranným vodičom PE [mA]	
Spotrebiče triedy ochrany	I
Elektrické spotrebiče držané v ruke pri prevádzke	< 3,5
Spotrebiče pre informačnú a telekomunikačnú techniku	< 0,75
Elektrotepelné spotrebiče nad 3,5 kW	< 1/1kW

5.2.4 Meranie dotykového prúdu I_F – nepovinné meranie

Meranie dotykového prúdu je overením skutočného stavu, ku ktorému dochádza pri používaní elektrického spotrebiča triedy ochrany II, ktorého sa používateľ pri svojej činnosti dotýka. Meria sa prúd, ktorý prechádza z povrchu spotrebiča cez odpor $2\text{ k}\Omega$ (zodpovedá impedancii/odporu ľudského tela) do zeme. **Meranie sa vykonáva na spotrebičoch triedy ochrany II a na prístupných vodivých neživých častiach nespojených s ochranným vodičom spotrebičov triedy ochrany I** (obr. 16). Dotykový prúd na vodivých častiach prístupných dotyku nesmie prekročiť hodnotu $0,5\text{ mA}$. Dotykový (únikový) prúd sa môže najčastejšie vyskytnúť na chybných periférnych zariadeniach triedy ochrany II, alebo vodivých kovových častiach (elektrické zariadenia triedy ochrany I) spolupracujúcich zariadeniach s PC.



Obr. 16 Meranie dotykového unikajúceho prúdu I_F (zistením rozdielového prúdu)



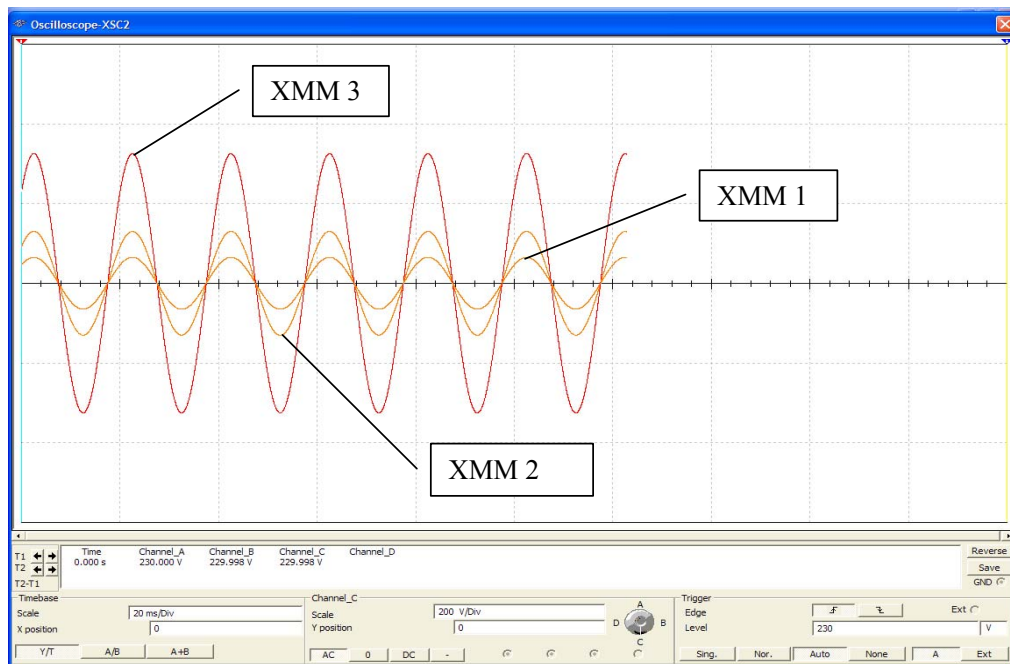
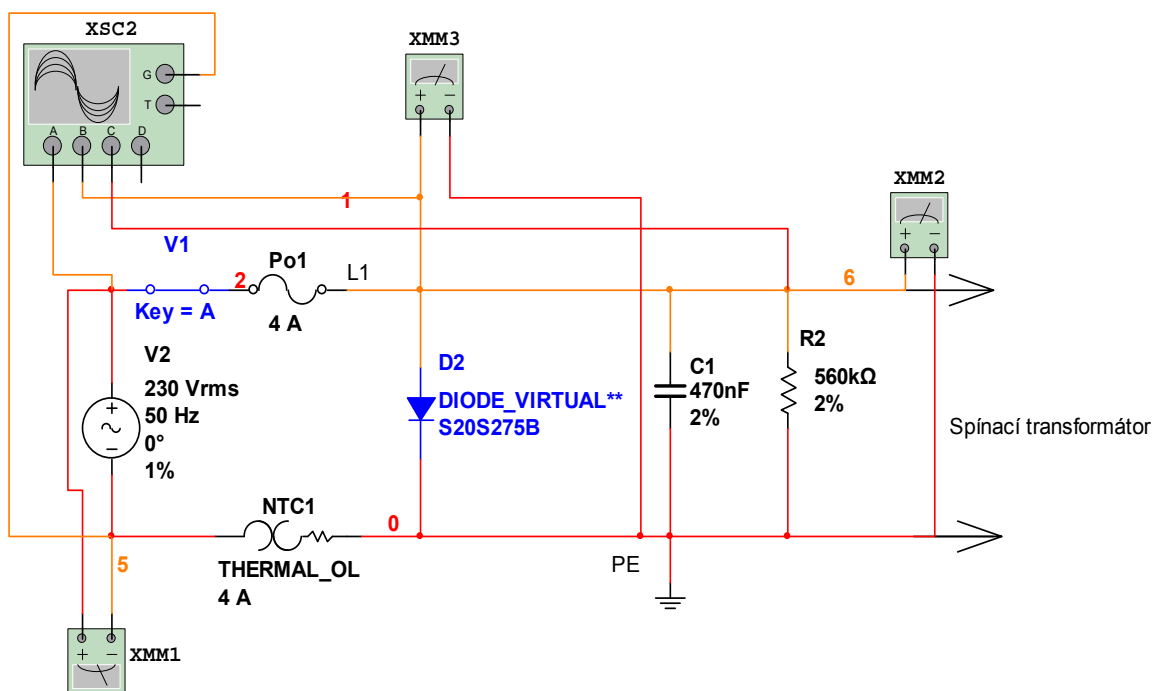
Obr. 17 Príklad merania dotykového prúdu I_F (zistením rozdielového prúdu)

6 Overenie funkčnosti jednotlivých prvkov v obvode zdroja PC

Na overenie funkčnosti jednotlivých prvkov v obvode zdroja PC simuláciou sme použili program WorkBench NI Multisim 10, Power Pro Edition, verzia 10.0.1, určený pre školské potreby, ako voľne prístupný simulačný program. Pristúpili sme k otestovaniu funkčnosti jedného z ATX PC zdrojov, ktorý má na vstupe zabudované všetky ochranné prvky, ako z hľadiska nadprúdu, tak z hľadiska ochrany proti nežiaducim spínacím pochodom a prepät'ovým impulzom.

1) Prevádzkový stav PC zdroja:

- všetky prvky sú pod napätím 230 V AC, čo je vidieť na meracích prístrojoch XMM1, 2, 3 a zároveň nám túto skutočnosť zobrazujú aj jednotlivé kanály na osciloskope XSC2.

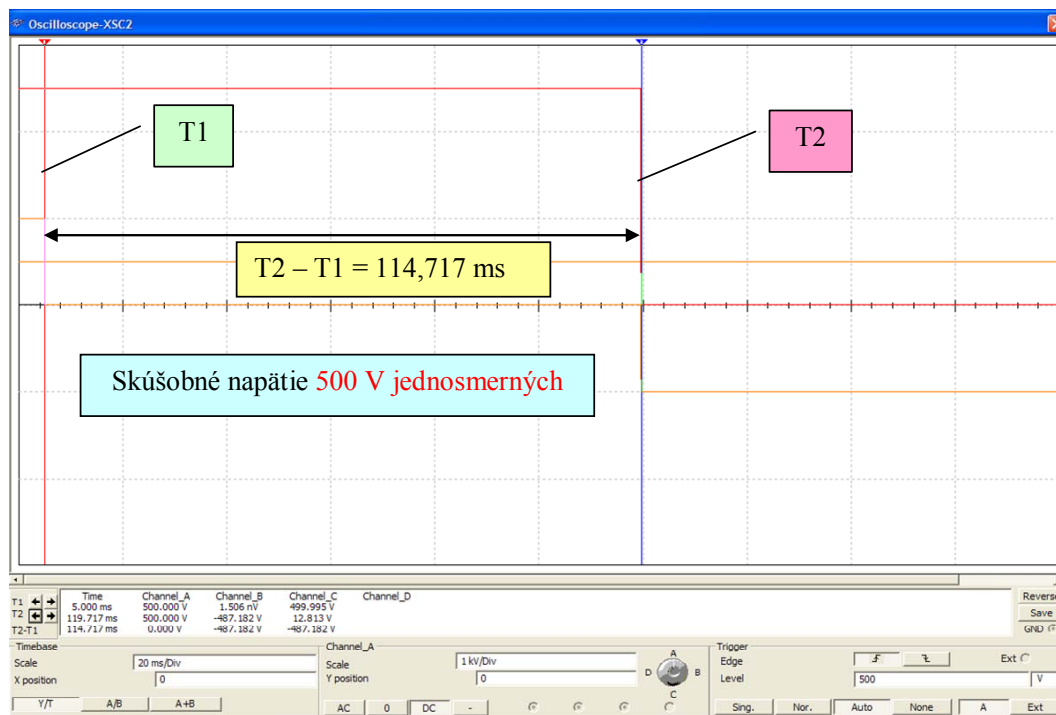
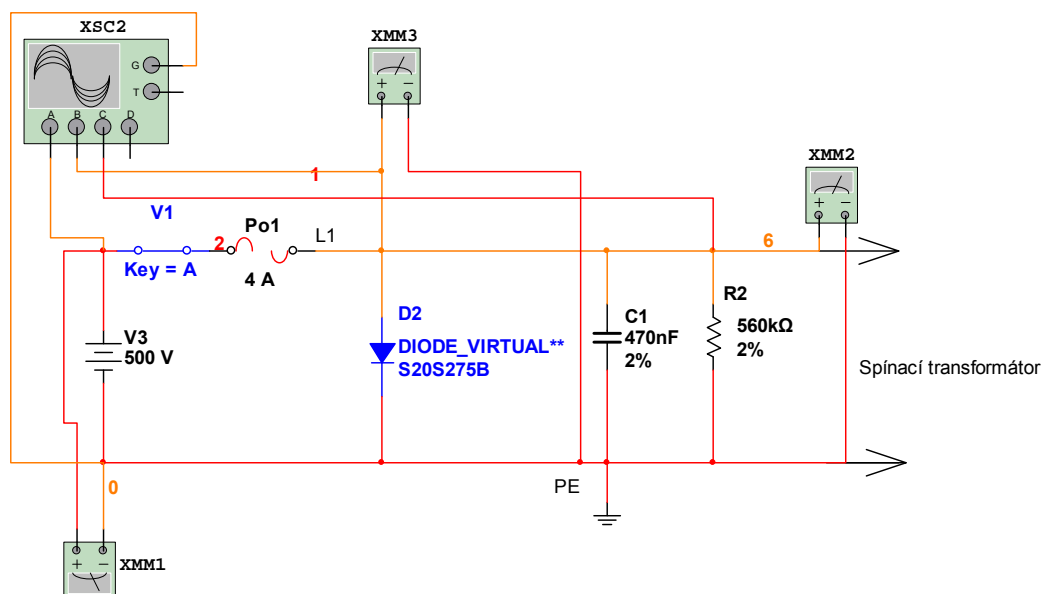


Poznámka: Napätia v jednotlivých kanáloch osciloskopu (na meracích prístrojoch) majú rovnakú hodnotu, len z hľadiska zobrazenia bola zvolená rôzna citlivosť kanála.

2) Simulácia meracím napätím 500 V_{DC}/1 mA (meranie izolačného odporu):

- všetky prvky sú v stave pred pripojením skúšobného napätia,
- pripojením skúšobného napätia 500 V_{DC}/1 mA v čase po 114,717 ms (T2 – T1) k otvoreniu varistora D2 a k zvedeniu nežiaduceho napätia (v tomto prípade sa jedná o skúšobné napätie na zem). Zároveň je z obrázka vidieť, že došlo k prepáleniu nadprúdového prvku – poistky Po1, čím správne zareagovali obidve ochrany.

1. nadprúdová ochrana Po1;
2. ochrana proti prepätiu – varistor D2;



ZÁVER

V súčasnom období sa vo výrobnjej činnosti, v administratíve a v domácnostiach používa veľké množstvo výpočtovej techniky a spolupracujúcich periférnych jednotiek, ktoré z hľadiska dlhodobého používania, nesprávnej manipulácie a neodborným zásahom predstavujú určité nebezpečenstvo možného zásahu elektrickým prúdom. Výpočtová technika (hlavne zdrojová časť, prírodné šnúrové vedenie, predlžovací pohyblivý prívod) v skriňovom (vodivom) vyhotovení, predstavujú elektrický predmet triedy ochrany I. Z uvedeného dôvodu je potrebné na týchto zariadeniach vykonávať v súlade so Zákonom č. 124/2006 Z. z. **periodické odborné prehliadky a odborné skúšky – revízie**. V článku sme sa pokúsili vymedziť spôsob revízií zariadení výpočtovej techniky s tým, že neodborným zásahom – revíziou je možné revidované zariadenie aj zničiť.

Revízy technik musí mať vždy na pamäti, že pri meraniach parametrov elektronických zariadení môže nesprávne zvoleným postupom merania tieto zariadenia zničiť. V súlade s STN 33 1610 mu musí byť jasné, že:

Meranie izolačného odporu sa **nevykonáva (podľa STN 33 1610):**

- ▶ keď elektrický spotrebič/PC, alebo spolupracujúce zariadenia majú vo svojom obvode zapojené elektronické prvky, ktoré sa pri odpojení od sieťového napájania prestavia do polohy, ktorá neumožní zmeranie izolačného odporu celého PC alebo jeho spínacieho zdroja;
- ▶ na elektrickom spotrebič/PC, ktorý obsahuje časti, ktoré pri meraní skúšobným napätím 500 V_{DC}/1 mA môžu byť poškodené.

Používanie výpočtovej techniky a jej spolupracujúcich periférnych zariadení kladie na používateľa nie malé nároky z hľadiska bezpečnosti. V prvom rade si musí majiteľ/používateľ uvedomiť ich používanie podľa **triedy ochrany** a hlavne, **v akom prostredí sa budú a kto ich bude používať** (laik, alebo odborný pracovník). Musí mu byť jasná rozvodná nn inštalácia a ochrana z hľadiska **opatrení na základnú ochranu, ochranu pri poruche**. Všade kde je to možné (podľa STN 33 2000-4-41 čl. 411.3.3) treba používať - hlavne v pracovnej činnosti **doplňkovú ochranu – prúdovým chráničom**.

LITERATÚRA

- [01] HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J. - PONEVÁČ, R. - JANOVE, V.: Prehliadky, skúšanie a meranie na elektrických zariadeniach a inštaláciách do 1000 V podľa STN 33 2000-6-61. Pobočka SES pri VA, Liptovský Mikuláš, 2001, ISBN 80-968185-6-2.
- [02] HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J.: Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom na elektrických inštaláciách a pri obsluhu elektrických zariadení do 1000 V striedavých a 1500 V jednosmerných. Pobočka SES Liptovský Mikuláš, 2008, ISBN 978-80-969282-6-2.
- [03] STN 33 1600: 1996 Elektrotechnické predpisy Revízie a kontroly elektrického ručného náradia počas používania.
- [04] STN 33 1610: 2002 Revízie a kontroly elektrických spotrebičov počas používania.
- [05] STN 33 2000-6: 2007 Nízkonapäťové elektrické inštalácie Časť 6: Revízia.
- [06] STN 33 2000-4-41: 2007 Elektrické inštalácie nízkeho napätia časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom.
- [07] HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J.: Poznatky z revízie elektrického ručného náradia/spotrebičov. Zborník prednášok z odborného seminára z 26. 2. 2009, str. 106-119, ISBN 978-80-969282-8-6, pobočka SES Liptovský Mikuláš 2009.

Recenzent článku: Ing. Marián BABJAK, PhD., Katedra Elektroniky,
AOS gen. M. R. Štefánika, Liptovský Mikuláš, dňa 1. 2. 2010.

„VZOR“ - EVIDENČNÝ LIST PC

(STN 33 1610)

Revízia osobného počítača/PC (periférnych - spolupracujúcich jednotiek)						FIRMA:		
Periódna revízie:		24 mesiacov	Osobný počítač/PC – zostava				AOS gen. M. R. Štefánika Demänová 393, 031 01 Liptovský Mikuláš	
Skupina používania:			Trieda ochrany:	Zariadenie	Typ	Výrobné číslo	Ev. číslo HIM	Vyhovuje Nevyhovuje
NÁZOV ZOSTAVY/UMIESTNENIE: Kancelária 563		E	I	PC:	Office Pro Gamo	SN 2366658	2355/2005	N
			I	Monitor:	Acer	FR 152365HL25	2356/2005	V
			III	Klávesnica:	Labtec	SY36225400	2357/2005	V
			III	Myš:	Genius	13015200052	2358/2005	V
			I	Tlačiareň:	HP LaserJet 6L	LP210056352P2	2359/2005	V
			I	UPS:	BR 500I	KL2150002536	2360/2005	V
			I	PPP: (m)	Maxisoos 3,5 m	bez	2361/2005	N
Napätie: 230 V/50 Hz		Celkový príkon: 950 VA		Najvyššie namerané parametre:		Stav po revízii		Revíziu vykonal pečiatka/podpis
Dátum periodickej revízie:		Vizuálna kontrola [D / M / CH]	Skúška chodu/stav [D / M / CH]	Izolačný odpor [MΩ] *	Unikajúce prúdy I _{F,D,PE} [mA] *	Odpor ochranného vodiča [Ω] *	V–vyhovuje; N–nevyhovuje Ochrane pred zásahom elektrickým prúdom (STN 33 2000-4-41)	
Periodická	Vykonaná							Revízny technik elektrických zariadení Ing. Rudolf Huna, st. 0029IZA/2003 EZ E A E2
19.10.2009	23.10.2009	CH	CH	0,2	1,15	1,23	N	

* V prípade nevyhovujúceho stavu vyradiť z používania – napr. podfarbiť - zvýrazniť