

# Asistované bývanie pre nevidiacich V.

Milan Hudec  
september 2019

## Automatická asistencia v oblasti elektrotechniky

Zložka systému, ktorá asistuje nevidiacemu človeku pri práci v oblasti elektrotechniky je naprogramovaná takým spôsobom, aby bola použiteľná v rámci inteligentnej budovy s možnosťou pripojenia multimetra alebo osciloskopu priamo na pracovnom stole. Automatizovaná asistencia je ale zároveň k dispozícii aj pri použití mobilnej počítačovej stanice mimo inteligentnej budovy. Nevidiaci vývojár si v takomto prípade môže pripojiť svoje meracie zariadenie napríklad na notebook, ktorý môže preniesť na požadované miesto merania.

V prvom prípade je kladený dôraz na to, aby sa na pracovnom stole nenachádzal počítač, ktorý je mechanicky zraniteľný a zaberá na stole pomerne veľa miesta. V druhom prípade je dôraz kladený predovšetkým na mobilitu meracej techniky.

### 1 Schopnosť nevidiacich zaoberať sa elektrotechnikou

Podpora pri praktickej - konštrukčnej práci zrakovo hendikepovaného človeka v oblasti elektrotechniky môže vyvolať diskusiu o schopnosti nevidiacich takúto podporu efektívne využiť. Preto sa v tejto podkapitole zameriame aj na stručný opis konštrukčnej stránky navrhovania a zapájania obvodov nevidiacim človekom. Zámerom je, aby mohli byť zvládnuteľné riešenia v oblasti vývoja na akademickej pôde, pri ktorých softvérová zložka systémov súvisí a nadväzuje aj na špeciálne vyvíjaný hardvér.

Nevidiaci ľudia majú dobre vycvičený hmat, bežne dokážu napr. vovliecť niť do ucha ihly alebo rozuzliť zahrčkanú zlatú retiazku. Nie je teda problémom nahmatať kontakty rezistorov, kondenzátorov, tranzistorov, diód a podobne a zatlačiť ich do kontaktu malej skrutkovacej svorkovnice. Do takýchto svorkovnic môže nevidiaci navrhnuť a zapojiť aj pomerne zložité obvody.

Hardvérové elektrotechnické zariadenia prototypu ambientného systému pre nevidiacich, sú zapojené nevidiacim človekom práve takýmto spôsobom. Hardvérové úpravy kovových alebo plastových súčastí vykonal nevidiaci pomocou kovových makiet/príložníkov, na základe ktorých mohol navŕtať otvory pravidelne a symetricky.

Pri zapájaní elektrotechniky bola použitá asistencia ambientného systému pre nevidiacich, ku ktorému bol pripojený multimeter. Merané údaje boli sprostredkované pomocou umelo produkovanej reči.

Pri praktickej konštrukcii obvodov sú súčiastky zapájané do miniatúrnych skrutkovacích svorkovnic, ktoré sú bežne dostupné v predajniach elektrotechniky.

Keďže sa jedná o návrh prototypu a vývoj, nie je požadovaná maximálna miniaturizácia výrobku, ako pri komerčnej sériovej výrobe. Stabilita

elektrotechnických výrobkov na skrutkovacích svorkovniciach je pritom veľmi dobrá. Viacero testovaných výrobkov fungovalo bez poruchy viac ako desať rokov. Preto bol aj prototyp ambientného systému riešený týmto spôsobom, napriek tomu, že vykonáva funkcie, ktoré vyžadujú spoľahlivosť, ako napr. automatizácia vykurovania a zónová regulácia.

Na súčasnom trhu sa ponúkajú vstupno/výstupné zariadenia, ktoré majú na malej plošnej doske prispájkovaný konektor sieťového počítačového pripojenia, integrované obvody a ďalšie elektrotechnické prvky, ale tiež malé skrutkovacie svorkovnice, na ktoré sa pripájajú ďalšie vyvíjané obvody. Tieto zariadenia sú pre nevidiacich opäť bez problémov použiteľné.

V stručnosti sme si vysvetlili spôsob práce nevidiaceho človeka pri praktickej konštrukcii elektrotechnických obvodov. Popri tom môže nevidiaci píliť, vrtať diery, merať a vykonávať ďalšie technické požiadavky spojené s takouto prácou bez ohrozenia svojho zdravia. Je zjavné, že opisujeme prácu so slaboprúdovými zariadeniami, pri ktorých nehrozí úraz elektrickým prúdom. Za špeciálnych podmienok, keď má nevidiaci k dispozícii izolačné vodiťka, môže pracovať aj s vyšším napätím, aké je napr. v rozvode elektrickej siete.

Pri práci s elektrotechnikou je nutnou zložkou vývoja alebo opráv meranie hodnôt elektrotechnických veličín. Aby mohol byť nevidiaci samostatný aj v tejto oblasti boli do prototypu ambientného systému zakomponované softvérové moduly čítania displeja multimetra a automatizovaného popisu kriviek osciloskopu pomocou umelo produkovanej reči. Ak sa multimeter alebo osciloskop pripojí cez sériovú linku USB do konektoru, ktorý je súčasťou pracovného stola, ambientný systém v príslušnom bytovom reproduktore, ktorý je umiestnený v blízkosti, automaticky začne nevidiacemu čítať namerané hodnoty alebo opisovať priebeh elektrického signálu.

## 2 Dôraz pri výskume

Ťažiskom nášho výskumu v tejto oblasti bol návrh hlasového rozhrania pre multimetre a návrh opisovacej techniky kriviek osciloskopu pomocou syntetickej reči. Popis priebehu elektrického signálu musí byť pomerne krátky, zároveň však výstižný s dostatočným popisom priebehu, deformít alebo porúch. Softvérový modul, ktorý realizuje tento popis musí navyše umožňovať rozširovanie rozpoznávacích algoritmov, aby mohol nevidiaci v prípade potreby doprogramovať rozpoznávanie ďalších špecifik, ktoré vyžaduje jeho výskum.

Pri používaní meracej techniky akou je multimeter alebo osciloskop nevidiacim človekom je potrebné uvedomiť si, že sa nejedná len o zber dát z displeja. Tieto zariadenia majú viacero ovládacích prvkov, ako je prepínač meraných veličín a rozličné tlačidlá. Automatizovaná asistencia pri používaní týchto zariadení nemá význam, ak je zároveň potrebná ešte aj asistencia vidiaceho človeka, ktorý by musel na zariadení naklikáť potrebné nastavenia pre dané meranie. Automatizovaná asistencia pri meraní elektrotechnických údajov musí preto obsahovať štyri dôležité komponenty:

1. automatizované rozpoznanie pripojeného (cez USB) meracieho zariadenia, identifikácia jeho vypnutia alebo zapnutia, možnosť pozastavenia merania priamo na meracom zariadení, oznamovanie o týchto udalostiach pomocou umelo produkovanej reči,
2. presný popis stavu prepínača a tlačidiel formou umelo produkovanej reči pri akejkoľvek zmene nastavenia meracieho zariadenia,
3. odovzdávanie nameraných údajov pomocou umelo produkovanej reči spolu s čítaním zvoleného rozmeru meranej veličiny (napr. V - Volt, mV, A - Ampér, mA),

4. rozpoznávanie grafických informácií (kriviek na osciloskope) a ich interpretácia pomocou umelo produkovanej reči.

### 3 Práca nevidiaceho s multimetrom

Ambientný systém testuje porty USB v pravidelných časových intervaloch 0.5 sekundy. Ak sa na USB port pripojí kábel s galvanickým oddeľovačom, ktorý je identifikovaný ako zariadenie na pripájanie meracej techniky. Ambientný systém pomocou syntetickej reči nevidiacemu ohlásí svoju pripravenosť na asistenciu pri meraní elektrotechnických údajov.

Po pripojení multimetra resp. osciloskopu a jeho zapnutí sa oznámi: "Multimeter zapnutý." resp. "Osciloskop zapnutý." Podobne po odpojení alebo vypnutí meracích zariadení je o udalosti nevidiaci hlasovo informovaný.

Pri zmene nameranej hodnoty sa nevidiacemu odovzdáva nový hlasový údaj spolu so zvoleným rozmerom meranej veličiny. Pretože sa niektoré merané hodnoty neustále menia, ambientný systém reaguje na tlačidlo pozastavenia merania, ktoré býva umiestnené na väčšine multimetrov. Oznámi pozastavenie merania a poslednú nameranú hodnotu. Takto sa nevidiaci používateľ vyhne rušivým hlasovým informáciám bez toho, aby sa musel vzdialiť od svojho pracovného miesta. Opätovným stlačením tlačidla pozastavenia merania sa v meraní pokračuje.

Dôležitým asistenčným prvkom pri meraní je systém informovania o stavoch ovládacích prvkov na meracom zariadení. Aby nedochádzalo k množstvu rušivých hlasom prenášaných údajov, správa o stave zariadenia sa odovzdá vždy len po zmene tohoto stavu. Predpokladá sa, že si ju nevidiaci zapamätá. Napomáha mu pritom aj čítaný rozmer meranej veličiny a jednotky, v ktorých je veličina meraná. Rozmerom veličín rozumieme predpony mikro, mili, kilo, mega a podobne.

Ak sa teda prepne meraná veličina na prepínači, ambientný systém prečíta najskôr zvolenú veličinu a až potom spustí hlasové odovzdávanie zberu meraných údajov.

Ak sa použije tlačidlo, ktoré zapína relatívne meranie voči už existujúcej hodnote, ambientný systém po každom prečítaní údajov na záver upozorní slovom "relatívne". Podobne pri automatickom rozpoznávaní rozmeru veličiny dodáva slovo "automat".

Umožnené hlásenia ambientného systému sú navrhované tak, aby výstižne a jednoznačne odovzdávali potrebnú informáciu a aby zároveň neboli rušivé nadmerným alebo zdĺhavým rozprávaním.

### 4 Práca nevidiaceho s osciloskopom

Osciloskop sa pripája k ambientnému systému rovnako ako multimeter opísaný v predchádzajúcej kapitole. Aj pri osciloskope sa vyžaduje asistenciu pri nastavovaní prepínačov alebo tlačidiel, ktorá funguje opäť identicky, ale s tým, že pri osciloskope je ovládacích prvkov viac. Ak ide o kombináciu multimetra s osciloskopom v jednom zariadení, je potrebné dané zariadenie prepnúť do režimu osciloskopu alebo multimetra, o čom musí ambientný systém nevidiaceho opäť hlasovo informovať.

Dôležitou pripomienkou, pri obsluhu osciloskopu je, že sa musí jednáť o meracie zariadenie, ktoré umožňuje automatické nastavenie zobrazovacích hodnôt krivky na displeji, pomocou ktorých sa nastavuje zväčšenie krivky, umiestnenie na displeji, hustota periód a podobne. Vidiaci elektrotechnik má totiž možnosť nastavovania týchto hodnôt aj manuálne tak, aby videl požadovaný úsek krivky zreteľne. Manuálne nastavovanie zobrazovacích hodnôt však vyžaduje zrkovú spätnú väzbu, ktorú nevidiaci nemá.

Pri automatickej kalibrácii zobrazovania krivky si meracie zariadenie nastaví požadované parametre tak, aby sa krivka na displeji zobrazovala správne. Ambientnému systému potom cez sériové rozhranie USB odovzdá grafický raster krivky - teda obraz krivky z displeja. Ambientný systém má za úlohu vygenerovať jej popis pomocou rozpoznávacích algoritmov, ktoré v grafickom rastrovi špecifikujú krivku a vygenerujú jej popis pomocou umelo produkovanej reči.

Pri stlačení tlačidla automatickej kalibrácie zobrazovania na osciloskope ambientný systém informuje, že je pripravený opisovať sledovaný signál a aktivuje rozpoznávací algoritmus. Tento algoritmus je možné vyjadriť v piatich krokoch:

1. základné triedenie:
  - a) nulový signál (vodorovná čiara),
  - b) šum,
  - c) neperiodický signál,
  - d) periodický signál (tento sa ďalej rozpoznáva),
2. ak je signál periodický hľadá sa:
  - a) sínus,
  - b) obdĺžnik,
  - c) píla,
3. ak sa nenašli 2/a, 2/b, 2/c, hľadanie deformít:
  - a) deformita sínusu s popisom kvadrantov,
  - b) deformita obdĺžnika s popisom kvadrantov,
  - c) deformita píly s popisom kvadrantov,
4. ak sa nenašli deformity, hľadanie porúch a špeciálnych typov signálov:
  - a) kladná/záporná polvlna sínusu/obdĺžnika/píly,
  - b) kladný/záporný pulzujúci sínus,
5. prístupový bod rozšírenia v prípade nerozpoznania.

Na začiatku hlásenia je hlasovo špecifikované základné rozlišovanie krivky podľa prvého kroku algoritmu. V prípade periodického signálu sa špecifikuje frekvencia a výška amplitúdy vo voltoch.

V prípade periodického signálu sa uvedie typ krivky alebo podobnosť ku typu kriviek - sínus, obdĺžnik a píla, za ktorým sa prečítajú dve čísla:

1. pomer fáz v perióde,
2. pomer amplitúd v perióde.

Na základe týchto údajov má nevidiaci vytvorenú základnú predstavu o prebiehajúcom signále. Ak sú v signále deformity voči trom uvedeným krivkám, sú navyše tieto deformity opísané pre dané kvadranty v perióde napr.:

1. kladná stredná deformita v prvom kvadrante,
2. záporná väčšia deformita v treťom kvadrante.

Výraz kladná/záporná vyjadruje smer deformity voči klasickému signálu sínusu, obdĺžniku a píly. Výraz menšia/stredná/väčšia vyjadruje tri odhadované veľkosti odchýliek. Čísla kvadrantov poukazujú na miesto v perióde, kde k danej odchýlke došlo.

V prípade, že sa jedná o periodický signál, ktorý nie je možné pripodobniť k signálom sínus, obdĺžnik a píla, po vyjadrení frekvencie nasleduje popis konkrétneho špecifikovaného signálu. V súčasnosti má ambientný systém päť ďalších preddefinovaných signálov na rozpoznávanie, pričom umožňuje v tomto bode rozširovanie rozpoznávacieho algoritmu podľa toho s akými signálmi nevidiaci chce pracovať a ktoré chce mať automaticky opisované.

## 5 Asistencia pri identifikácii komponentov

Nevidiaci, ktorý pracuje s elektrotechnickými komponentami, má tieto súčiastky uložené v malých zásuvkách označených Braillovým, bodovým písmom. Výber jednotlivých rezistorov, kondenzátorov a podobne je potom rýchly a jednoduchý.

Napriek tomu v reálnej praxi nastávajú situácie, že pri vývoji elektrotechnických obvodov vznikne na stole malá hromádka takýchto komponentov, pri ktorých nevidiaci nemôže ani zrakom ani hmatom určiť ich hodnoty. V takomto prípade opäť hrozí, že bude musieť potrebovať pomoc vidiaceho človeka, čo by ale znižovalo jeho výkon a tiež kvalitu asistenčnej technológie v príslušnej inteligentnej budove.

Priamo sa ponúka využitie multimetra pripojeného k ambientnému systému, ktorý môže odmerať nevidiacemu odpor i kapacitu príslušných komponentov, čím mu umožní spätne ich roztriediť do zásuviek označených bodovým písmom.

Na zatriedovanie diód a Zenerových diód bol k ambientnému systému vytvorený špeciálny hardvér, ktorý sa pripojí k multimetru. Po pripojení diódy na svorky v závernom smere ambientný systém nevidiacemu pomocou umelo produkovanej reči prečíta prierazné napätie alebo Zenerove napätie v prípade Zenerových diód.

Pri ostatných komponentoch, si musí nevidiaci pamätať, čo položil na stôl a pokiaľ by sa tvarovo alebo početne mohlo stať, že dôjde k zámene, vyžaduje sa disciplína ukladať takéto komponenty naspäť do označených zásuviek. Je ale potrebné uviesť si, že z hľadiska tvaru a početnosti používania sú rezistory, kondenzátory a diódy pre nevidiaceho najkritickým materiálom. Pri ostatných komponentoch nie je ťažké dodržať disciplínu odkladania alebo si pamätať malý počet komponentov na stole, ktoré sú často navyše aj tvarovo úplne rozlíšiteľné.

## 6 Schémy zapojení obvodov

Na záver je ešte potrebné poukázať na to, že keď chce vidiaci vývojár zapojiť príslušné obvody, má ich schematicky znázornené na displeji alebo na papierovej predlohe. Pre nevidiaceho ide o neprístupnú informáciu.

V oblasti vývoja si ale nevidiaci príslušnú schému zapojenia navrhuje sám, pričom si ju musí aj pamätať. Pre vidiaceho človeka je takýto prístup zväčša ťažko predstaviteľný. Pre nevidiaceho človeka je pamätanie si vecí základnou zložkou jeho mobility a schopnosti pracovať. Pri nevidiacom človeku sa jeho hendikep nahrádza danosťami, ktoré sú pre vidiacich zväčša neprijateľné.

Ak chce nevidiaci sprostredkovať schémy navrhovaných obvodov vidiacim spolupracovníkom, môže to urobiť formou textového popisu schémy zapojení v jednotlivých uzloch.

Podobne, ak chce vidiaci sprostredkovať už existujúcu schému nevidiacemu spolupracovníkovi, môže ju prečítať formou zapojení v jednotlivých uzloch. Nevidiaci si ju takto v pamäti vyskladá a na základe tejto predstavy ju môže skonštruovať.

V ďalšej časti bude predstavený komponent ambientného systému, ktorý nevidiacemu sprostredkúva informácie o interiérových a exteriérových scénach, čím mu do určitej miery nahrádza očný kontakt alebo pohľad z okna.