

## System pro sledování výpadků zařízení pomocí SMS zpráv

Popisovaná konstrukce byla vytvořena pro sledování výpadků celkem 48 jističů určitého rozlehlého technologického celku, v obecné rovině pro přenos 48 binárních signálů. Celý systém se skládá z řídicí jednotky s GSM modulem, která zajišťuje zasilání SMS zpráv o změně stavu sledovaného celku, a z modulů sběru dat, které jsou jednotlivě instalovány ke zdrojům sledovaného signálu. Moduly sběru dat jsou připojeny k řídicí jednotce multiplexovanou proudovou smyčkou takovým způsobem, že pro přenos 24 signálů na vzdálenost až 500 metrů postačí jeden osmižilový kabel CAT 6 při současném zachování velmi příznivé výrobní ceny zařízení.

### Technické parametry

Napájecí napětí:	16 – 17 V AC
Odběr proudu:	střední hodnota 0,1 A
Záloha chodu:	hermetickým akumulátorem 12 V / 1,2 – 4 Ah nabíjecí proud 0,2 A
Rozměry:	řídicí jednotka (kompletní ve skříňce): 258 x 214 x 77 mm modul sběru dat (plošný spoj): 31 x 50 x 15 mm
Provozní teplota:	-15 .. +55 °C

### Koncepce

Blokové schéma zařízení je uvedeno na obr. 1.

Pro přenos informace mezi moduly sběru dat a řídicí jednotkou je užitá multiplexovaná proudová smyčka, kdy v jednom osmižilovém kabelu jsou vedeny dva napájecí vodiče, které jsou střídavě připojovány ke zdroji, a šest snímacích vodičů.

Každý modul sběru dat je pomocí jumperů připojen mezi jeden z napájecích vodičů a jeden snímací vodič. Je-li příslušný vstupní kontakt systému sepnutý, je připojena hlavní část modulu sběru dat: stabilizovaná proudová zátěž. Proud je možné nastavit jumperem na modulu sběru dat do dvou úrovní (5,7 mA a 11,4 mA) a je tedy možné na stejný pár napájecího a snímacího vodiče připojit dva moduly sběru dat: řídicí jednotka rozezná celkem čtyři možné úrovně proudu snímacím vodičem. Celkem tedy získáváme možnost připojení až 24 modulů sběru dat na jeden osmižilový kabel.

Vzhledem k užití proudové smyčky je přenos dat velmi odolný vůči rušení a poměrně nezávislý na odporu vodičů: odpor každého vodiče kabelu může být až 36 Ω. Pokud jsou moduly sběru dat rozmístěny rovnoměrně po délce kabelu, může být odpor vodiče od řídicí jednotky k poslednímu modulu sběru dat až 72 Ω. Při užití kabelů CAT 6 s odporem vodiče 67 Ω/km tak můžeme pokrýt jednu sběrnici poměrně rozsáhlé území. Zařízení je v praxi užíváno ve venkovní instalaci s délkou kabelů nad 500 metrů v každé větvi.

### Popis zapojení řídicí jednotky

Srdcem řídicí jednotky (viz schéma na obr. 2) je mikrokontrolér Atmel AVR ATmega32 (IC1) s taktem 16 MHz, který byl v tomto případě zvolen zejména pro jeho snadnou dostupnost v klasickém pouzdře DIL a tedy možnost zaslát zákazníkovi v případě potřeby nový mikrokontrolér s upraveným firmwarem.

IC1 je možné programovat i v aplikaci rozhraním JTAG (SV1).

Mikrokontrolér řídí GSM modul SIMCOM SIM300 (IC3) pomocí asynchronní sériové linky a pomocného signálu GSM\_RESET, kterým je modul SIMCOM po náběhu programu v IC1 vyveden ze stavu stand-by a v případě "zaseknutí" modulu restartován. Převod úrovní mezi 5 V logickou IC1 a 3 V úrovněmi, se kterými pracuje modul SIMCOM, je proveden rezistory R13 - R16 a hradlem IC2 v provedení little-logic v pouzdře SOT-23-5. Je-li GSM modul ve stavu stand-by, je jeho vnitřní

napájecí napětí 3 V (signál +3V) odpojené. O tomto stavu je mikrokontrolér IC1 informován vodičem GSM\_STANDBY.

Stav GSM modulu je signalizován LED diodou LED2; vzhledem k nízké proudové zatížitelnosti příslušného výstupu modulu je výstup pro LED posílen tranzistorem T1.

SIM karta je vložena do konektoru CARD1. GSM anténa je k modulu připojena pomocí pigtail kablíku a konektoru SMA. Tyto komponenty nejsou zakresleny ve schématu.

Dva osmižilové kabely k modulům sběru dat jsou připojeny ke svorkovnicím X1, X2. Každý připojený vodič je ošetřen varistorem. Napájení 12 V pro dvě dvojice napájecích vodičů je připojováno integrovaným obvodem BTS711 (IC4), který integruje čtyři výkonové spínače s nadproudovou a tepelnou ochranou. Vždy je napájen pouze jeden snímací vodič.

Signál ze snímacích vodičů je sloučen pomocí diod a veden na rezistory R31 až R36, kde je procházející proud převeden na napětí. Toto napětí je filtrováno RC členy (R17/C11 a další) a přivedeno na vstupy A/D převodníků IC1. Impedance rezistorů v RC členech současně chrání vstupy IC1 před poškozením například v případě zkratu v kabeláži.

Nezbytnou součástí zařízení jsou obvody napájení. Zařízení je navrženo pro napájení střídavým napětím 16 - 18 V z transformátorku, které je usměrněno Graetzovým můstkem B1 a vyhlazeno kondenzátorem C17. Stabilizátor IC5 (L200) s nezbytným chladičem tvoří lineární nabíječ zálohovacího akumulátoru s omezením napětí i proudu a teplotní kompenzací konečného napětí nabíjení pomocí zpětnovazební sítě s termistorem R54. Dioda D14 odděluje nabíječ od akumulátoru, připojeného ke svorkovnici X3.

Odpojovač baterie s dvojitým tranzistorem MOSFET T2 pracuje následujícím způsobem:

V klidovém stavu při vybité baterii zůstávají oba tranzistory v pouzdře T2 uzavřené a výkonná část zařízení je odpojována od napájecího napětí (vodič +12 V je bez napětí).

Připojíme-li síťové napájení, napětí na výstupu nabíječe s IC5 vzroste a přes rezistor R51 se vodičem HOLD\_ON otevře tranzistor T2N a pokles napětí na jeho drainu vyvolá otevření tranzistoru T2P, který připojí napětí akumulátoru ke zbytku zařízení - na vodič +12V.

Je-li napětí na vodiči +12V vyšší než 10,5 V, programovatelnou referenční diodou VR1 prochází proud, který udržuje výstup odpojovače aktivní i v případě výpadku externího napájení a tedy uzavření tranzistoru T2N. Po vybití akumulátoru pod uvedené napětí se VR1 uzavírá a následně se uzavře i T2P: zařízení se odpojí od napájení. Nárůst napětí na akumulátoru po odpojení zátěže již nevyvolá opětovné připojení zátěže, protože řídicí vstup VR1 je bez napětí.

Z vodiče +12V je napájen přímo obvod výkonových spínačů IC4 a dále stabilizátory IC6 a IC7, které stabilizují napětí 5 V pro logiku zařízení resp. 4 V pro GSM modul.

Mikrokontrolér získává informaci o chodu sítě 230 V signálem NAPAJENI230V, který je odvozen od napětí na kondenzátoru C17 děličem R52/R56 a přiveden na jeden z I/O pinů mikrokontroléru. Velký odpor rezistorů děliče dovoluje opomenout ochrannou diodu a užít pro přizpůsobení úrovní pouze vnitřní ESD diodu IC1.

### **Popis zapojení modulu sběru dat**

Schéma zapojení modulu sběru dat je uvedeno na obr. 3. Vlastní proudový zdroj je tvořen již téměř archaickým stabilizátorem LM317 v katalogovém zapojení proudového zdroje; procházející proud je určen rezistory v pinu OUT IO; v našem případě je při rozepruté propojce JP1-1 proud obvodem 5,7 mA, při sepnuté 11,4 mA. Odchylka proudu je v celém teplotním rozsahu obvodu LM317 nižší než 10 % i se započtením napájecího proudu stabilizátoru, který prochází pinem ADJ obvodu.

Proudový zdroj je připojen přes snímaný spínací kontakt (svorky X2) k jednomu ze dvou napájecích vodičů a jednomu z šesti snímacích vodičů.

Přesný popis nastavení propojek včetně tabulky adresování modulů sběru dat je z důvodu velkého rozsahu uveden na WWW stránkách autora.

LED dioda LD1 signalizuje průchod proudem obvodem a indikuje tedy svým blikáním chod řídicí jednotky a sepnutí příslušného snímaného kontaktu. Na LD1 vzniká nezanedbatelný úbytek napětí: při kabeláži s vysokým odporem (nad 50  $\Omega$ ) doporučuji LD1 nahradit drátovou propojkou.

Rezistor R1, varistor R4 a dioda D1 slouží jako ochrana před poškozením modulu při chybném zapojení nebo přepětí.

Pro pohodlné zapojování kabeláže je svorkovnice sběrnice na modulu zdvojená.

### ***Mechanická konstrukce***

Řídicí jednotka zařízení je určena pro vestavbu do náhradní plastové skříně ústředny EZS Jablotron JA-63K, která obsahuje i vhodný napájecí transformátor a pozici pro zálohovací akumulátor.

Všechny obvody řídicí jednotky jsou umístěny na jednom oboustranném prokoveném plošném spoji (obr. 4 - 7).

Modul sběru dat je umístěn na jednostranném plošném spoji o rozměrech 31 x 50 mm (obr. 8 - 10).

### ***Osazení a oživení***

Vlastní osazení a oživení jednotlivých dílů zařízení nemá žádné záludnosti, jako obvykle nejprve osazujeme prvky SMD a následně klasické součástky. U řídicí jednotky montujeme IC7 na chladič izolovaně. Při montáži chladiče nejprve na chladič namontujeme příslušné součástky, poté upevníme chladič šrouby M3 do plošného spoje a až nyní pájme.

Jednotlivé moduly sběru dat doporučuji před zapojením do systému otestovat měřením procházejícího proudu miliampérmetrem při připojení ke zdroji napětí 9 V.

V případě řídicí jednotky doporučuji před zasunutím IC1 a GSM modulu do patič ověřit přítomnost správných napájecích napětí v těchto obvodech. Po úplném osazení by zařízení mělo pracovat na první zapojení. K GSM modulu nezapomeneme připojit anténu – jeho provoz bez antény je zakázán.

### ***Popis obsluhy***

Po připojení napájecího napětí a akumulátoru se rozsvítí led dioda „NAP“, indikující přítomnost napájecího napětí.

LED dioda RUN na zařízení svítí, resp. problikává v rytmu komunikace s GSM modulem.

LED dioda ERR indikuje trvalým svítem vnitřní poruchu hlavního modulu a blikáním aktivní „test režim“, kdy zařízení nevysílá automaticky zprávy při změně stavu vstupů. „Test režim“ zapínáme a vypínáme dlouhým stiskem tlačítka S1.

LED dioda DATA svítí, zpracovává-li zařízení data (zejména, je-li v průběhu přípravy odeslání SMS).

LED dioda GSM pravidelně bliká, je-li navázána komunikace s GSM sítí.

V případě rozpojení nebo spojení vstupních svorek příslušného modulu sběru dat je po několika sekundách (prodleva skenování stavu externích modulů slouží jako ochrana proti rušení i úspora napájecího proudu) odeslána SMS zpráva s informací:

```

>Nazev instalace<
Stavy:Vstup 33 ON
01: 0000000000
11: 0000000000
21: 0000000000
31: 0011000000
41: 0000000000

230V ON

```

Spojení svorek vyvolá zprávu „Vstup ON“, rozpojení „Vstup OFF“. Pokud v jednom cyklu skenování dojde k více změnám stavu více vstupů, je maximálně deset změn uvedeno v jedné SMS zprávě.

Za výpisem změn stavů je rozepsán stav všech vstupů všech modulů sběru dat: každý řádek znázorňuje deset modulů, číslovaných od hodnoty, uvedené na začátku řádku. Znak 1 informuje o spojených svorkách, nula znázorňuje modul s rozpojenými svorkami (nebo odpojený modul).

V posledních řádcích jsou uvedeny stavové informace, zejména stav sítě 230 V.

Podrobnější návod k obsluze včetně popisu nastavení telefonních čísel, omezení počtu SMS zpráv a dalších funkcí je umístěn na WWW stránkách autora.

### **Seznam součástek – řídicí jednotka**

B1	KBU8J
C1, C2	22 pF C0G SMD 0805
C3, C6-C9, C11-C16, C18-C19, C22-C23, C25, C29, C31	100 nF X7R SMD 0805
C4-C5	1 nF C0G SMD 0805
C10	220 nF X7R SMD 0805
C17	2200 µF/50 V,105 °C
C20	4700 µF/50 V,105 °C
C21, C27, C33	10 µF X7R SMD 1206
C24, C26	47 µF/25 V,105 °C
CARD1	Patice SIM, Farnell obj.č. 9728473
D1, D15-D16	LL4148
D2-D13	SM4007
D14	MBRS340T
F1	3,15 A / T + držák KS-PTF78 (GME)
F2	Polyfuse 0,3 A
IC1	ATMEGA32(A)
IC2	74LVC1G07DBV
IC3	SIMCOM SIM300C
IC4	BTS711

IC5	L200
IC6	LM7805
IC7	LM338
JP1	jumper 3pin.
KK1	Fischer SK68/50
LCL1, LCL2	DSS30655F223Z16
LED1-LED4	LED SMD 0805
LED5	LED 3mm
Q1	16 MHz, nízký (HC49U/S)
R1, R59, R61, R62	4,7 k $\Omega$ SMD 0805
R2-R6	470 $\Omega$ SMD 0805
R7, R12, R55	10 k $\Omega$ SMD 0805
R8	3,3 k $\Omega$ SMD 0805
R9-R11	22 $\Omega$ SMD 0805
R13	2,2 k $\Omega$ SMD 0805
R14	1 k $\Omega$ SMD 0805
R15	2,7 k $\Omega$ SMD 0805
R16	3,9 k $\Omega$ SMD 0805
R17-20, R29, R30	22 k $\Omega$ SMD 0805
R21-R28, R37-R44	varistor S05K17
R31-R36	270 $\Omega$ / 2 W, vel. 414
R45-R48	1 $\Omega$ / 2 W, vel. 414
R49, R50	2,7 $\Omega$ , vel. 207
R51, R60	15 k $\Omega$ SMD 0805
R52	100 k $\Omega$ SMD 0805
R53	1,5 k $\Omega$ SMD 0805, 1%
R54	NTC Vishay 10k
R56	47 k $\Omega$ SMD 0805
R57	330 $\Omega$ SMD 0805, 1%
R58	33 k $\Omega$ SMD 0805, 1%
R63	120 $\Omega$ SMD 0805
R64	330 $\Omega$ SMD 0805
S1	P-B1720 (GME)
SL1	neosazovat
SV1	MLW10GT (GME)
T1	BC817
T2	IRF7343
VR1	TL431

X1, X2, X3	ARK550/2 (celkem 10 ks)
------------	-------------------------

Součástky mimo DPS: pigtail anténní, GSM anténa, gelový akumulátor 12 V / 1,2 – 4 Ah.

### **Seznam součástek – modul sběru dat**

C1	1 $\mu$ F/50 V, 105 °C
D1	BZX85 3,0 V
IC1	LM317
JP1	Pin. lišta 10 x 2 piny
LD1	LED 3mm červená
R1	22 $\Omega$ , vel. 309
R2, R3	220 $\Omega$ , vel. 207
R4	varistor S05K17
X1, X2	ARK550/2 (celkem 9 ks)

### **Závěr**

Zařízení umožňuje vzdálené sledování až 48 vstupů technologického celku a notifikuje jeho správce prostřednictvím SMS zpráv o změně stavů těchto vstupů. Vstupní kontakty mohou být připojeny na sběrnici typu multiplexované proudové smyčky o praktické délce přes 500 metrů při zachování rozumné úrovně ochrany proti přepětí a velmi konkurenceschopné ceně oproti systémům, které po sběrnici komunikují datově.

Pokud máte jakékoliv náměty, dotazy nebo připomínky, kontaktujte mě prosím na e-mailu: [ivo@strasil.net](mailto:ivo@strasil.net)

Podklady pro výrobu DPS a případné doplňující informace jsou dostupné na mém webu <http://www.strasil.net/pe>

### **Literatura**

- [1] *AVR Libc User Manual* [online]. [2004] Dostupný z WWW: <<http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/index.html>>.
- [2] EBERSPÄCHER, Jörg, et al. *GSM : Architecture, Protocols and Services*. 3rd edition. Great Britain : JohnWiley&SonsLtd, 2009. 317 s. ISBN 978-0-470-03070-7
- [3] katalogové listy použitých integrovaných obvodů

### **Texty pod obrázky:**

- obr. 1: Blokové schéma zařízení
- obr. 2: Schéma zapojení řídicí jednotky
- obr. 3: Schéma zapojení modulu sběru dat
- obr. 4: Plošný spoj řídicí jednotky: motiv strany součástek
- obr. 5: Plošný spoj řídicí jednotky: motiv strany spojů
- obr. 6: Plošný spoj řídicí jednotky: osazení strany součástek
- obr. 7: Plošný spoj řídicí jednotky: osazení strany spojů
- obr. 8: Plošný spoj modulu sběru dat: motiv
- obr. 9: Plošný spoj modulu sběru dat: osazovací plán

**Obrázky jsou v souborech Obrazek xx v PNG nebo bitmapě, schémata a desky jsou navíc v Eaglu 4.11 (jde otevřít a editovat i freeware verzí Eagle).**

**Motivy DPS a osazovací plány mají rozlišení uvedeno v názvu souboru.**