

**Signal Mont s.r.o.**  
Kydlinovská 1300  
**HRADEC KRÁLOVÉ**

# TECHNICKÝ POPIS ELEKTRONICKÉHO ZDROJE BZS 1 - č.v. 71981 - 275/R96

## **T 71981**

JKPOV 404 229 719 811

Zpracoval: Ing.Horák Karel  
čl.KÚ - Bláha Vlastimír  
SZ dílny Hradec Králové

květen 1997 Vydání I.

## **Popis měniče BZS 1 - 275/R96**

Zdroj BZS 1 - 275/R96 je určen pro napájení dvoufázových kolejových obvodů. Sestava obsahuje zpravidla 2 měniče - hlavní a záložní (konstrukčně stejné) a společný transformátorový panel. Lze též provozovat pouze jeden měnič v případě, že zálohu nepožadujeme. Měničem

je v tomto zařízení myšlena pouze vana s elektronikou - viz příloha "Doporučená montáž sestavy".

Každý měnič lze osadit podle požadovaného výkonu případně počtu nezávislých výstupů dvěma, třemi nebo čtyřmi výkonovými jednotkami po 1,75 kVA. Teoreticky i jen jednou (při malých požadovaných výkonech) a druhou fází vytvořit přídatnou impedanci, praktičtější je však vždy osadit dvěma jednotkami a mít fázový posun hotový přímo ze zdroje.

Společná část (je vždy stejná) obsahuje řídicí a napájecí obvody pro start měniče, kmitočtovou ústřednu, obvody dohledů a silnoproudé spínací a jistící prvky. Slaboproudá část je realizována třemi zásuvnými deskami plošných spojů, přístupnými po sejmutí krytu jističů.

### **Silnoproudá část**

Ze vstupních svorek (viz. schema zdroje) jde síťové napětí přes hlavní jistič **16A** na stykač **K1**, kterým se celý zdroj spouští. Stykač **K2** zapíná asi 0,5sec. po **K1** a přemostí odpory v jednotlivých fázích, sloužící pro měkký start. Veškerý proud prochází proudovými transformátory, které slouží pro indikaci odebíraných proudů ze sítě. Za druhým stykačem jsou již 4ks jističů 4A pro napájení jednotlivých výkonových jednotek. Vodiče jsou na konektorech **Y1** rozfázovány tak, aby se vystřídala fáze, ze které jsou napájeny ve výkon. jednotkách pomocné obvody. Deska pomocného napáječe Ds400 měniče je napájena z 1.fáze (L1) jističem 1A. Při osazení už jen 2 výkonových jednotek je tak zaručeno, že při výpadku kterékoliv fáze měnič nebude pracovat a to ani při minimální zátěži.

Pokud zapneme všechny jističe, měnič je pod napětím a má v činnosti pouze pomocný napáječ a kmitočtovou ústřednu. Na panelu svítí žlutá svítivka označená " ~ " a zelená "KÚ".

Vlastní start výkonové části se děje propojením svorek 1 a 2 vedle hlavních přívodních svorek vzadu v rámu. To lze provést buď pomocí relé (záložní měnič zapnout při poruše hlavního), nebo nechat trvale propojené (funkce "hlavní měnič" nebo "horká záloha").

Doba potřebná k nastartování měniče propojením svorek 1,2 je asi 3 až 4sec., pokud zapneme měnič hlavním jističem je to asi 10 sec (start kmitočtové ústředny).

Konektor **Y3** slouží k propojení s pomocnými obvody transformátorového panelu. Kromě jiného také umožňuje start záložního měniče.

### **Pomocný napáječ (Ds 400)**

Plošný spoj se nachází zcela vpravo v horní části měniče po sejmutí krycího panelu. Síťový transformátor, jištěný pojistkou **F1** má dvě sekundární vinutí (2 x 15 V). Jeden usměrňovač (**D7,D8,D9,D10**) s filtračním kondenzátorem a stabilizátorem **IO1** dodává 12V pro integrované obvody na desce pomocného napáječe i sousední desku dohledů. Nestabilizované napětí asi 24V je použito pro relé **K11** a **K12**, která ovládají cívky stykačů. Toto napětí je vyvedeno ven (na svorky 1 a 2) a slouží pro zapínání výkonové části měniče.

Z téhož vinutí transformátoru, ale dalších 2 diod je napájena kmitočtová ústředna. Můstek tvoří diody **D9,D10,D11** a **D12**.

Je to proto, aby byla co nejdelší časová konstanta filtračního kondenzátoru (proto též 2x 4700 $\mu$ F), aby kmitočtová ústředna po výpadku sítě běžela déle, než v ostatních částech měniče nastanou nedefinované poměry.

Druhé vinutí síťového transformátoru s usměrňovačem **D16**, **D17**, **D18** a **D19** a kondenzátorem **C9** dodává druhé napětí asi 24V, což v sérii s prvním je použito pro relé v transformátorovém panelu jako napětí 48V. Je vedeno přes vypínač na panelu, který slouží pro servisní odpojení zátěže.

Po zapnutí hlavního jističe a jističe pro ovládání (indikuje žlutá svítivka) se nejprve rozbíhá kmitočtová ústředna. Relé **K11** a tím i hlavní stykač **K1** lze zapnout až asi po 10sec. (Tato ochranná doba je zajištěna integračním členem **R2-C1** se dvěma hradly a transistorem **T1**). Po uplynutí této doby lze zapnout výkonovou část měniče. Pomocný dotek stykače **K1** spustí další časovací obvod - integrační člen **R3-C2**. Ten se dvěma Schmidtovými hradly a transistorem **T2** způsobí přitah relé **K12**, stykače **K2** a ten zkratuje rozběhové odpory ve fázových vodičích sítě. To je indikováno zelenou svítivkou "S" na panelu.

Na desce je ještě pojistný obvod pro případ, že by po zapnutí stykač **K2** neseplnul. Pokud tento nežádoucí stav trvá déle než asi 2sec., nabije se kondenzátor **C4**, tranzistor **T4** zapálí tyristor a ten způsobí přetavení pojistky **F2** čímž se celý měnič odpojí od sítě.

### **Dohledy (71981 5 500)**

Na desce je realizován bezpečný logický součin 4 dohledových napětí (asi 12V) z jednotlivých výkonových jednotek, který potom výstupem napájí dohledové relé v transformátorovém panelu. Zapojení je schváleno (bezpečnostní atest) a již publikováno. Proto o funkci jen stručně:

Tři vstupy jsou realizovány jako obvody, přenášející signál ze vstupu na výstup pouze tehdy, pokud je k dispozici napájecí napětí. Čtvrtá podmínka je napětí pro generátor asi 40kHz s **IO2** (časovač 555). Vazba mezi členy je optická, aby byla vyloučena galvanická vazba při eventuelním průrazu některé součástky. Na výstupu kaskády je rezonanční obvod **C11**, **TR1** a **TL1**, který při poruše a eventuelním rozkmitání některého prvku zabrání přenosu signálu dále (kmitočty nebudou shodné). Z transformátoru **TR1** se budí spínací tranzistor **T3** s transformátorem **TR2**, usměrňovačem a **LC** filtrem. Toto oddělení a zesílení je nutné, protože z rezonančního obvodu nelze odebírat příliš velkou energii.

Plošný spoj je realizován tak, aby se vyloučila možnost zkratu mezi jednotlivými vstupy a tím se porušila zásada bezpečnosti.

Přítomnost napětí na každém vstupu je indikována zelenou svítivkou (**D1**, **D2**, **D3**, **D4**) a jejich bezpečný logický součin zelenou svítivkou **D**. Nesvítlí-li některá z těchto LED diod, nelze k měniči připojit zátěž.

Pokud je měnič osazen menším počtem výkonových jednotek než 4, podmínka pro logický součin (napětí 12V) je zajištěna propojkou v konektoru na krycím panelu.

Další 3 zelené svítivé diody (**L1**, **L2** a **L3**) intenzitou svitu indikují proudy v jednotlivých fázích. Pokud některá fáze chybí, nebo je příliš malý proud touto fází je to vyhodnoceno pomocí trojice komparátorů **IO3** a rozsvítí se červená svítivka "ASYM".

### **Kmitočtová ústředna (71981 5 300)**

#### **Základní funkční parametry:**

Kmitočtová ústředna slouží ke generaci budících signálů obdélníkového tvaru s jedním, dvěma nebo i se třemi výstupy pro buzení koncového stupně výkonových jednotek – 71981 5 220 (dále jen koncového stupně) kmitočtem 75,12Hz a 269,40Hz. Počet požadovaných výstupů z KÚ je určen počtem výstupních SMD modulů na plošném spoji.

Plošný spoj je navržen tak, že volbou přerušení dvou spojů ovládacího přepínače **S5** lze podle tabulky na plošném spoji zvolit jeden ze dvou možných výstupních kmitočtů.

Podle zvoleného kmitočtu je nutno ještě změnit hodnoty součástek **P2** a **R15**.

Výstupní signály pro jednotlivé koncové stupně jsou vyvedeny na špičky připojovacího konektoru v komplementárních dvojicích (dvojice 5,6; 12,11 a 17,16). Jako referenční výst. dvojice jsou špičky konektoru č. 5 a 6. U zbývajících dvojic špiček č. 12,11 a 17,16 je možno nastavovat zadávacími přepínači **S1** a **S2** posuv fáze v osmi polohách po 22,5° vůči referenční dvojici 5,6.

Výstupní generovaný kmitočet je bezpečně kontrolován tak, aby při jeho případném vybočení ze zadaných tolerančních mezí došlo k zablokování výstupů kmitočtové ústředny.

### Technický popis:

Základní generátor KÚ je tvořen přesným oscilátorem s krystalovým rezonátorem 2MHz s **IO3** (4060), součástí **IO3** je i funkce vydělení základního kmitočtu šestnácti, to je na 125kHz. Tento kmitočet se dále dělí v programovatelném děliči **IO4** (4569) - při zvoleném výst. kmitočtu 75,12Hz se vydělí na 1202Hz a při zvoleném kmitočtu 269,40Hz se vydělí na 4310Hz.

Vydělený signál se dále přivádí na zadávací přepínač **S3**. Je-li propojka v poloze **AY**, je to základní provozní stav KÚ. Druhá poloha u **S1** - **BY** slouží pro nastavení tolerančního pole dohlížecích obvodů, signál pro toto nastavení se přivádí na špičku přípoj. konektoru č.1. **IO3** a **IO4** je napájen z bezpečnostních důvodů (aspekt bezpečnosti v zabezpečovací technice) ze zvláštního stabilizátoru **IO2**.

Z přepínače **S3** je vydělený signál přiveden na **IO9** (6N139), který galvanicky odděluje cestu signálu z **IO3** a **IO4** do dalších obvodů KÚ (aspekt bezpečnosti v zabezpečovací technice).

Signál z optočlenu **IO9** (6N139) je tvarován Schmidtovým klopným obvodem **IO10** (4001), z něhož dále pokračuje do vstupu osmibitového registru **IO11** (4094), který spolu s **IO10** a **IO12** (4078) vydělí vstupní kmitočet šestnácti. Na výstupech registru **IO11** je požadovaný kmitočet pro buzení výstupních modulů **MO1** až **MO3**. Výstupní modul **MO1** je buzený přímo z **IO11**, **MO2** je buzený přes zadávací přepínač **S1** a **MO3** přes přepínač **S2**.

Propojkami u **S1** a **S2** lze nastavovat posuv fáze po 22,5° v osmi polohách od 0° do 157,5° vůči referenčnímu vstupu do **MO1**. Vstupy modulů **MO1** až **MO3** jsou galvanicky odděleny od napájení výstupních obvodů těchto modulů.

Vstupní část modulů **MO1** až **MO3** je napájena z hlavního stabilizátoru **IO1** (7809), výstupní obvody jsou napájeny napětím, získaným z kmitočtového dohledu.

Výstupy modulů zaručují max. chybu střídavy  $\pm 0,01\%$  výstupního kmitočtu.

Jedna KÚ může napájet maximálně čtyři výkonové jednotky, z toho tři paralelně z jednoho výstupu.

Dohlížecí obvod, který je utvořen z **IO5,IO6,IO7,IO8** a příslušných pasivních prvků, kontroluje výstupní kmitočet pro buzení koncových stupňů výkonové jednotky. Tento dohlížecí obvod je ještě navíc teplotně kompenzován.

Jestliže dohlížený výstupní kmitočet, přivedený z **IO11** (4094) přes kondenzátor **C19** na vstup dohlížecího obvodu **IO6** (TS 555IN), leží v zadaném tolerančním poli, potom je na výstupu **IO8** (TS 555IN) generován dynamický signál o kmitočtu cca 43kHz. Tento signál je přiveden na výkonový stupeň s tranzistory **T1** a **T2**, který budí seriový rezonanční obvod tvořený prvky **R27**, **C28**, **TL5** a primárním vinutím **TR1**. Přes tranzistor **T3** (BSS 295) je tímto signálem buzen transformátor **TR2**. Sekundární vinutí **TR2** napájí můstkový usměrňovač s diodami **D6** ÷ **D9**. Po vyhlazení prvky **C36**, **C37** a **L4** je získáno napájecí napětí pro napájení výstupní části modulů **MO1** ÷ **MO3**.

Současně jsou tímto napětím napájeny **IO13** a **IO14**, které mají funkci napěťového komparátoru, jehož výstup ovládá indikační LED diodu **D11** a dále blokovací vstupy modulů **MO1** ÷ **MO3**.

Napěťový komparátor **IO14** (LM293) má nastavenou hysterézi cca 1,5V. Při náběhu dohledového napětí se při 10,5V komparátor s **IO14** překlopí, indikační LED dioda **D11** bude svítit a výstupy modulů **MO1** až **MO3** budou budit koncové stupně výkonových jednotek.

Při poklesu dohledového napětí pod 9,0V komparátor zablokuje buzení koncových stupňů a LED dioda **D11** zhasne.

Jestliže dojde k poruchové změně dohlížecího kmitočtu nebo k poruše samotného dohlížecího obvodu, zanikne bezpečně dohledové napětí, které napájí výstupní obvody modulů **MO1** ÷ **MO3**. Tím je zabezpečeno, že koncové stupně nemohou být buzeny.

### **Napájení KÚ:**

Napájení kmitočtové ústředny je možné dvěma způsoby:

- a) celá kmitočtová ústředna je napájena jedním napětím +12V až +24V/75mA - za předpokladu nastavení propojky u přepínače **S4** do polohy **AY**

- b) kmitočtová ústředna je napájena ze dvou zdrojů napětí - propojka přepínače **S4** je nastavena do polohy **BY**. Na špičku č.20 přípojovacího konektoru bude opět připojeno napájení +12V až +24V/70mA, které napájí přes stabilizátor **IO1** (7809) všechny obvody **KÚ** kromě krystalového oscilátoru a děliček kmitočtů. Druhé napájení s rozsahem +12V až +24V/5mA je nutné připojit na špičku č.22 přípojovacího konektoru, které napájí přes stabilizátor **IO1** (78L09) krystalový oscilátor a děličky kmitočtu.

Toto druhé napájení je možné využít jako bezpečné (hlídané) napájení z jiných dohledových obvodů.

Pokud toto napájecí napětí zanikne, pak nebude **KÚ** produkovat výstupní kmitočet pro buzení koncových stupňů a ztráta toho napětí bude ihned zjištěna.

### **Připojení výstupů KÚ:**

Ve vaně měniče je ještě destička "Rozdělení fází" (71981 5 021).

Jsou na ní přivedeny všechny signály z kmitočtové ústředny i s protifázemi (180°) a z ní odchází signál do výkonových jednotek. Tam se propojkami určí, která výkonová jednotka bude buzena příslušnou fází, případně které budou pracovat ve stejné fázi (paralelní buzení).

## **Výkonová jednotka (71981 5 200)**

Ve výkonové jednotce se přeměňuje síťové napětí 3x400V/50Hz na obdélníkové napětí 230V/275Hz, případně 75Hz. Součástí výkonové jednotky je bezpečný (ve smyslu železniční zabezpečovací techniky) dohled výstupního napětí 230V.

Každá jednotka ve vaně je s měničem propojena dvěma konektory. Vstupní síťové napětí, buzení z kmitočtové ústředny a výstupní dohledové napětí konektorem **X1** a výstup 275Hz konektorem **X2**.

Výkonová jednotka je osazena dvěma shodnými ventilátory pro nucené proudění chladicího vzduchu. Jeden je určen pro součásti uvnitř na plošných spojích a druhý chladí vnější čelní plochu, na které jsou zevnitř upevněny výkonový tranzistor stabilizátoru a čtyři výkonové tranzistory koncového stupně.

Indikace provozních stavů je svítivými diodami na čelním panelu (budící signál, výstupní napětí, zkrat na výstupu a tepelné přetížení) a pro servis též uvnitř, které jsou přístupné po sejmutí krytu - viz. další popis jednotlivých dílů.

Uvnitř jednotky jsou tři hlavní desky plošných spojů: **stabilizátor, řízení a koncový stupeň**. Mimo to dvě méně podstatné pro funkci - destička na výkonovém tranzistoru s

odlehčovacími součástkami (**R,C,D**) a destička, nesoucí svítivé diody na panelu. Vše je propojeno pomocí konektorů a fastonů většinou nezaměnitelným způsobem.

#### a) Stabilizátor (71981 5 210)

Síťové napětí 3x400V/50Hz se přivádí ze vstupního konektoru **X1** přes termistory **R1-R3** pro změkčení startu, odrušovací tlumivky **Tl.1-Tl.3** a kondenzátory do usměrňovače, tvořeného šesti diodami **D5÷D10**. Součástí síťového filtru jsou též varistory pro omezení případných napěťových špiček, přicházejících po síťovém vedení. Vstupní kapacita sestavená z kondenzátorů **C12÷C15** se nabíjí na cca 650V. Odpor **R6** a **R7** rozdělují napětí na kondenzátorech a zároveň zaručí vybití náboje po odpojení od sítě během 2 minut na bezpečnou hodnotu. Následuje tranzistor **T1**, pracující v impulsním režimu s pomocným **R-C-D** členem, který je umístěn mimo tuto desku. Impulsy procházejí proudovým transformátorem **TR2** (identifikace proudového přetížení) a tlumivkou **Tl.4** do vyhlazovacích kondenzátorů **C20÷C25**. Po skončení pracovního taktu, kdy tranzistor **T1** vypne, se "živý" konec tlumivky **Tl.4** připojí diodou **D15** k "zemi" a energie nahromaděná v tlumivce se převede do výstupních kondenzátorů. Kondenzátor **C19** s odpory **R10** a **R11** převezmou špičky energie při přepínání.

Součástí desky je též zdroj stabilizovaného napětí 12V a zdroj nestabilizovaného napětí asi 22V. Síťový transformátor **TR1** dodává 15V, které je po usměrnění a filtraci použito pro ventilátory. Následuje integrovaný třísvorkový stabilizátor 12V pro napájení všech řídicích a pomocných obvodů výkonové jednotky. Toto napětí je indikováno zelenou svítivou diodou **D12**, umístěnou vedle síťového transformátoru. Všechny tyto obvody jistí pojistka 0,1A v primárním obvodu transformátoru.

Pro případ výpadku pomocného napětí 12V, kdy by nebyla zajištěna správná funkce celé výkonové jednotky je zde ještě obvod, který zajistí rychlé vybití kondenzátorové baterie výstupu stabilizátoru **C20÷C25**. Při poklesu napětí 12V asi o 5V se zavře tranzistor **T2** a otevře tranzistor **T3**, který připojí ke kondenzátorům odpor **R15** - 220Ω.

Upozornění: Tento obvod neřeší napětí na kondenzátorech **C12÷C15** (síť. napětí) 650V - ty zůstanou nabity - vybíjejí se pouze přes odpory **R6** a **R7**.

Tato deska plošného spoje je vyrobena z materiálu se silnější měděnou fólií (0,07 mm) s ohledem na značné proudové zatížení.

#### b) Řízení (71981 5 230)

Na této desce jsou obvody, které řídí činnost stabilizátoru. Základ tvoří obvod SG 3525 (**IO3**), zapojený podle doporučení výrobce. Generuje impulsy pro otevírání hlavního spínacího tranzistoru. Z výstupu (11) se vedou tyto impulsy přes oddělovací kondenzátor **C9** a odpor **R17** na oddělovací transformátor **TR6**. Na sekundární straně je obvod pro obnovu stejnosměrné složky (**C10**, **R19** a **D7**) a dvě Zenerovy diody pro omezení eventuelních napěťových špiček. Takto upravený průběh - impulsy 12V - jsou vedeny do řídicí elektrody výkonového tranzistoru.

Na vstup zesilovače odchytky (1) **IO3** je zavedeno přes dělič (jehož část je na desce stabilizátoru) napětí, odvozené ze stabilizovaného napětí 230V. Součástí děliče je i trimr **R12**, kterým lze nastavit požadovanou hodnotu výstupního napětí. Do druhého vstupu (2) je zavedeno referenční napětí 5V, které tento obvod generuje a je vyvedeno na vývod 16. Kmitočet vnitřního generátoru je určen hodnotami odporu **R15** a kondenzátoru **C8**. Zde je zvolen kmitočet 18kHz jako kompromis mezi velikostí tlumivky **Tl.4** a spínacími ztrátami na tranzistoru. Případné dostavení kmitočtu je provedeno paralelním kondenzátorem k **C8**. Kondenzátor **C7** slouží k tzv. měkkému startu zdroje, to znamená, že výstupní napětí nabíhá po zapnutí zdroje pomalu - tak, aby při nabíjení velkých kapacit proud nepřesáhl nebezpečnou mez. Ostatní součástky zajišťují správnou a stabilní funkci řídicího obvodu. Vstup (10) je

blokovací a při přivedení kladného napětí vypíná činnost stabilizátoru. Je použit pro vypnutí zdroje jak od nadproudu tak i od přehřátí.

**Pro první případ** se z proudového transformátoru (na desce stabilizátoru) přivádějí impulsy přes diodu **D3** a trimr **R1** na vstup monostabilního klopného obvodu **IO2** (CMOS 4538). Trimrem lze nastavit prah. proud, zde asi 9A. Přitom je na vstupu **IO2** napětí asi 8V a obvod změní stav, na výstupu 6 se objeví úroveň H. Ta se vede přes diodu **D11** (logický součet) do **IO3**, který tím zablokuje. Současně druhý výstup 7 **IO2** rozsvítí červenou svítivku **D6**, indikující nadproud.

Při trvalém zkratu svítivka bliká tak, jak zdroj najíždí a opět se vypne.

Zenerovy diody **D1a D2** omezí případné větší špičky napětí, které by mohly poškodit vstup integrovaného obvodu. Nejkratší nežádoucí impulsy jsou odfiltrovány kondenzátory **C1** a **C11**.

**Druhý případ** - tepelná ochrana - využívá operační zesilovač typu 741 (**IO1**), který je zapojen jako komparátor. Do neinvertujícího vstupu 3 je zapojen dělič napětí, sestavený z odporu **R26** a teplotního čidla **Rt**. Do invertujícího vstupu 2 je zapojen dělič z odporů **R23**, **R24** a trimru **R25**, kterým se nastaví teplota, při které má stabilizátor přestat pracovat. Teplotní závislost čidla **Rt** je pozitivní, tj. se stoupající teplotou roste jeho odpor. Při teplotě vzduchu nad nastavenou mez (zde 80°C) komparátor překloupí, na výstupu 6 se objeví napětí blízké napájecímu a to přes Zenerovu diodu **D12** a diodu **D10** zablokuje činnost **IO3**. Zenerova dioda zajistí nulovou úroveň pro **IO3** v případě nepřeklopeného komparátoru, na výstupu **IO2** je v tomto případě napětí mezi 1 a 2V. Činnost komparátoru a tím i přehřátí je indikována na panelu výkonové jednotky červenou svítivou diodou "T".

Trojice tranzistorů **T1÷T3** slouží k zapínání obou ventilátorů. Řídícím signálem je šířka impulsů, vycházejících z řídicího obvodu **IO3**. Při výkonech, kdy zdroj dodává proud asi nad 1,5A, se šíře řídicích impulsů zvětší tak, že za integračním členem **R3**, **C14** vznikne stejnosměrné napětí, které otevře tranzistor **T3**. Tranzistor **T2** se zavře a **T1** opět otevře a připojí tak přes tlumivku **Tl.5** ventilátory k napětí 22V. Stabilita kolem bodu přepínání je zajištěna kladnou zpětnou vazbou odporem **R7**. Celková tepelná ztráta výkonové jednotky je úměrná zpracovávanému výkonu a do proudu asi 2A je schopna se sama uchladiť bez nuceného oběhu vzduchu.

### c) Koncový stupeň (71981 5 220)

Koncový stupeň je v podstatě střídač, který mění stejnoměrné napětí 230V na střídavé, obdélníkového průběhu, zpravidla 275Hz. Pro svoji činnost potřebuje ještě 12V stejnoměrných a řídicí kmitočty z kmitočtové ústředny. Výkonové tranzistory a jejich chlazení jsou dimenzovány na zpracování proudu 8A trvale.

Zapojení využívá integrované obvody pro řízení výkonových tranzistorů (fetů) - **IO1** a **IO2** tzv. budič. Jejich dva vzájemně přefázované výstupy 4 a 7 budí vždy dva výkonové tranzistory tvořící tzv. půlmůstek. Odpory s diodou, zapojené vždy mezi řídicí elektrodu tranzistoru a výstup budiče, zajistí rychlejší uzavření než otevření výkonového tranzistoru.

Signál z kmitočtové ústředny je oddělen optočenem s možností nastavit do určité míry poměr délky trvání impulsu a mezery odporem **R37** (koncový stupeň je vodivě spojen se sítí). Signál je dále korigován invertory v **IO7** a přes hradla z **IO9** veden do budičů **IO1** a **IO2**. Další dvě hradla z **IO9** slouží k vypnutí buzení v případě zkratu nebo přetížení výstupu. To se vyhodnotí zvětšením napětí na emitorových odporech **R7÷R10** a otevřením tranzistoru **T5**. Ten pak překloupí klopný obvod ze dvou hradel v **IO8** a úroveň L se přivede na vstupy dvou hradel **IO9**. Tím se budiče dostanou do takových stavů, že se otevrou tranzistory **T1** a **T3** a uzavřou **T2** a **T4** a na výstupu můstku je nulové napětí. Každou periodu budícího signálu se dvakrát "zkusí" obnovit činnost tak, že přes derivační kondenzátory **C25** a **C26** se překloupí klopný obvod, pokud ovšem netrvá dále zkrat na výstupu. Pokud zkrat dále trvá, klopný obvod dále

blokuje budící signál a tento stav je indikován na panelu výkonové jednotky červenou svítivou diodou "Z".

Ke snížení teplotní závislosti proudové pojistky je do báze tranzistoru **T5** zapojen termistor **R17**. Správná činnost konc. stupně je indikována dvěma zelenými svítkami na panelu výkonové jednotky. Jedna signalizuje budící signál "**B**" - je zjišťován jako střídavé napětí za kondenzátorem **C27** na hradlech **IO7** a druhá "**V**" signalizuje výstupní střídavé napětí na výstupu. Protože při výpadku buzení z kmitočtové ústředny, je-li připojen výstupní transformátor, by došlo také ke zkratu (přesycení transformátoru) a při tom vlastně nejde o závalu, je v tomto případě zhasnuta svítivka "**Z**" diodou **D26**.

Napájení + 12V pro všechny integrované obvody je z desky stabilizátoru a je odděleno odpory **R1** a **R2**. Ty spolu se Zen. diodou **D1** v případě poruchy - proražení budičů **IO1** a **IO2** - zajistí, aby se napětí 230V nedostalo do ostatních částí výkonové jednotky. Tlumivky **TL2** a **TL3** slouží částečně k odrušení (spolu s kondenzátorem **C29** a RC členem **R11**, **C5**) a zároveň definují čas náběhu proudu při zkratu na výstupu. Tlumivka **TL1** s kondenzátory **C12** a **C13** pomáhá filtrovat napájecí napětí ze stabilizátoru.

Větší napěťové špičky po vedení z venku jsou omezeny transily **D5** a **D6**. Varistor mezi tlumivkou a pojistkou a transily **D14** a **D15** chrání koncový stupeň nebo alespoň minimalizuje škody při případné závadě stabilizátoru (průraz tranzistoru).

Na výstupu můstku je přes kondenzátor **C6** připojen transformátor **TR3**, který napájí dohledový obvod. Kondenzátor **C6** je zde proto, že v případě výpadku buzení zůstane na můstku stejnosměrné napětí 230V. Není-li připojena další zátěž (výstupní transformátor), primární vinutí tohoto transformátoru nestačí vybavit pojistku (velký odpor) a došlo by k jeho zničení. Sekundární vinutí napájí přes můstkový usměrňovač a filtrační kondenzátor **C8** běžný stabilizátor 9V (**IO5**). Pulzujícím napětím je též napájena svítivá dioda "**V**" (výstupní napětí). Praxe ukazuje, že je to výhodnější, než napájet svítivou diodu ze stejnosměrného napětí, kdy vlivem filtrace nejsou patrné eventuelní poruchy a propady výstupního napětí.

Dohledový obvod zde kontroluje napětí 230V a současně i funkci střídače, protože je z něj napájen. Je to schválené zapojení pro železniční zabezpečovací techniku, používané i v jiných aplikacích. Princip byl již publikován, proto jen stručně funkce.

Má-li komparátor **IO3** na invertujícím vstupu vhodné (přesně definované) napětí, chová se s časovačem **IO4** jako generátor kmitočtu, určeného součástkami **R30**, **R31** a **C17** (zde asi 40kHz). Toto napětí je utvořeno z 230V děličem **R19**, **R20**, **R22** a **R23**. Poslední (**R23**) je proměnný a tím se nastaví obvod dohledu tak, aby právě 230V bylo uprostřed povolené tolerance. Šíře napěťového "okénka" při kterém generátor pracuje je určena změnou napětí na děliči v neinvertujícím vstupu komparátoru při sepnutém a nesepnutém výstupu (tranzistoru) časovače **IO4**. K odporu **R24** v děliči na vstupu 2 se přidá nebo odpojí **R32**.

Pokud je tedy napětí 230V v toleranci 5%, na výstupu 3 **IO4** je střídavě spínána dvojice tranzistorů **T6** - **T7**, která budí rezonanční obvod (**C21**, **TL5**, **TR4**), naladěný na kmitočet generátoru (**IO3** + **IO4**), tedy asi 40kHz. Rezonanční obvod je další pojistkou pro případ poruchy - samovolné rozkmitání některého prvku v soustavě bude téměř jistě jinde, než na 40kHz. Z rezonančního obvodu nelze odebírat velký výkon, proto je transformátorovou vazbou (**TR4**) buzen tranzistor **T8** a výstupní transformátor **TR5**, z něhož už určitý výkon odebírat lze. Sekundár **TR5**, můstkový usměrňovač a filtr z tlumivky **TL6** a kapacit **C22** a **C23** dodává napětí 12V pro vyhodnocování správné činnosti výkonové jednotky. Toto napětí je oddělené od ostatních částí kvalitnějším transformátorem **TR5** (primár přímo spojen se sítí) a zavedené na konektor **X1**. Jeho přítomnost, tedy správnost napětí 230V, je indikováno pro servis na desce plošného spoje zelenou svítivou LED diodou **D24**.



### **Transformátorový panel (71981 5 061, 062)**

Transformátorový panel obsahuje výstupní transformátory (u verze 71981 5 061 1 nebo 2ks, u 71981 5 062 3 nebo 4ks), které zajišťují galvanické oddělení výstupů od sítě a zároveň upraví velikost výstupního napětí tak, aby efektivní hodnota 1.harmonické složky byla 220V, tedy asi 266V obdélníkového průběhu. Transformátory jsou společné pro oba měniče (v případě "Sestavy el. zdroje se zálohou") a jejich počet se řídí počtem výstupů měničů. Pro úsporu místa a hmotnosti jsou v toroidním provedení.

Druhá funkce panelu je přepínání měničů a jejich bezpečné odpojení od zátěže v případě poruchy - viz. schema.

Releová sada (stejná pro každý měnič - liší se pouze jedním kontaktem navíc u hlavního měniče pro rozběh záložního) pracuje takto: Každý měnič, pokud je v pořádku, dohledovým napětím přidržuje dohledové relé - **DH** (u záložního **DZ**), které má v sérii zapojen vlastní kontakt. Je to proto, aby při přetížení relé trvale odpadlo a nenastalo kmitání. Jedním svým kontaktem pak ovládá dvě relé **H1,H2 (Z1,Z2)**, která mají pro větší proudovou zatížitelnost kontakty vždy dva paralelně. Odpadem relé **H1,H2** je zároveň řešeno přepnutí na záložní měnič, relé **Z1,Z2** pouze odpojují záložní měnič od zátěže.

Relé **SH (SZ)** je startovací. Po zapnutí měniče, když sepne stykač **K2**, se toto relé s kondenzátorem 1000 $\mu$ F v sérii s cívkou připojí na napětí 48V. Relé na krátký čas (asi 4sec.) přitáhne a svým kontaktem nabije kondenzátor 1000 $\mu$ F. Po odpadu se kondenzátor připojí k relé **DH (DZ)**, to přitáhne a pak už se drží dohledovým napětím. Pro případ, že by síťové napětí krátce propadlo, je zaveden z měniče od stykače **K2** (rozpínací kontakt) vodič pro vybití kondenzátoru 1000 $\mu$ F a tím je umožněn opakovaný start.

U verze se dvěma výstupy (Ds61) se neosadí relé **H2** a **Z2**, místo nich se zapojí odpor 2k $\Omega$ . Funkce zůstává stejná.

Pokud se provozuje měnič bez zálohy, odpadnou všechna relé označená "Z".

Vstupy do transformátorového panelu jsou řešeny kabely s konektory, které zajišťují propojení s měniči. Výstupy jsou na svorkovnicích, přístupných zezadu po sejmutí krytu. Každý výstup má možnost zvýšení nebo snížení napětí zapojením pomocného 13V vinutí na výstupním transformátoru. Lze tedy volit výstupní napětí 266V, 253V a 240V.

Pro kontrolu činnosti měničů jsou k dispozici po dvou přepínacích kontaktech na relé **DH** a **DZ**. Kontakty jsou vyvedeny na svorkovnici, nacházející se zezadu uprostřed vany.