



Výzkumný ústav železniční Praha

Sdělovací a zabezpečovací dílny Hradec Králové

TECHNICKÝ POPIS ZDROJŮ ŘADY EZ1 T 73304

JKPOV 404 229 733 041

Zpracoval: Ing.Konečný I., CSc

VÚŽ Praha, pracoviště VO7 Líně

srpen 1991 Vydání I.

O B S A H

- Str. č.: 1. Základní technická charakteristika zdroje 3
 - 1.a. Obecný popis 3
 - 1.b. Zdroje pro napájení návěstidel 4
- 2. Popis blokového schématu základního provedení zdroje 5
- 3. Popis funkce jednotlivých funkčních bloků zdrojů 6
 - 3.1. Funkční blok stabilizátoru stejnosměrného vstupního napětí SSST 6
 - 3.1.1. Regulátor RB 7
 - 3.1.2. Stabilizátor bateriový SB 7
 - 3.2. Funkční blok střídače 8
 - 3.2.1. Koncový stupeň KS 8
 - 3.2.2. Kmitočtová ústředna autonomní KUA 9
 - 3.2.3. Kmitočtová ústředna závislá KUZ 10
 - 3.2.4. Dohlížecí obvod DO 12

1. ZÁKLADNÍ TECHNICKÁ CHARAKTERISTIKA ZDROJE:

a) Obecný popis:

Zdroje EZ1 jsou střídače, určené pro napájení železničních zabezpečovacích zařízení. Zdroje EZ1 jsou řešeny stavebnicovým způsobem tak, že umožňují sestavit z jednotlivých funkčních celků (modulů) zdroj o požadovaném výkonu (max 600VA), kmitočtu i počtu fází výstupního napětí.

Zdroje EZ1 lze využívat pro napájení kolejových obvodů s fázově citlivými přijímači se signálními kmitočty 75Hz, resp. 275Hz. Výstupní napětí jednotlivých fází zdroje je v tomto případě obdélníkového průběhu s efektivní hodnotou základní harmonické 220V. Fázový posuv mezi jednotlivými výstupy je volitelný v rozsahu 0° až 180°el. po kroku 15°el. Vstupní napájecí napětí zdroje EZ1 je v základní variantě v rozmezí 21V až 38V, výstupní napětí je stabilizováno s přesností +10%. V této základní variantě zdroj EZ1 plně nahrazuje zdroje BZB1-75 a BZB1-275, které se doposud používali k napájení kolejových obvodů.

Dále lze zdroje EZ1 využít v režimu náhradního (příp. nouzového) zdroje se vstupním napětím 24V_{ss} +14V, -3V a výstupním jednofázovým napětím 220V 50Hz sinusového průběhu. Odvozené modifikace zdroje EZ1 tím rozšiřují možnosti využití zdroje v železniční zabezpečovací technice.

Zdroj EZ1 variantně umožňuje činnost v režimu t.zv. závislého zdroje, kdy je pomocí řídicího zdroje a synchronizačního vedení zabezpečen synchronní chod závislých zdrojů, generujících výstupní napětí o shodném kmitočtu i fázi jako řídicí zdroj. Synchronní chod je zabezpečen pro generované kmitočty 75Hz a 275Hz.

V odvozené variantě lze zdroj EZ1 napájet na vstupu střídavým napětím 220V o kmitočtu 50Hz, případně 75Hz. V tomto režimu lze zdroj využít jako měnič kmitočtu 220V 50Hz/220V 75Hz případně 275Hz nebo 220V 75Hz/220V 275Hz. Tento režim činnosti zdroje EZ1 lze rovněž výhodně využít pro napájení kolejových obvodů. V této variantě umožňuje zdroj EZ1 kvalitativně vyšší náhradu měničů BZY i další možnosti využití při projekci a provozu kolejových obvodů se signálními kmitočty 75Hz a 275Hz.

Zdroj EZ1 je řešen tak, že splňuje požadavky železniční zabezpečovací techniky. Bezpečným způsobem je kontrolováno, že výstupní napětí zdroje nepřekročí stanovenou mez, dále je bezpečně dohlíženo kmitočet generovaného výstupního napětí. V případě, že zdroj EZ1 pracuje jako závislý zdroj, je bezpečně kontrolována spektrální čistota synchronizačního signálu na vstupu závislého zdroje (ovlivnění rušivým signálem průmyslového kmitočtu).

Zdroj EZ1 je vybaven optickou signalizací všech důležitých provozních stavů funkčních celků (modulů) zdroje, která umožňuje rychlou kontrolu funkce zdroje a identifikaci případné závady.

Zdroj je vybaven dohlížecím obvodem výstupních napětí, jehož výstupem lze ovládat externí poruchové relé, pomocí kterého lze zajistit zálohování zdroje a centrální indikaci poruchy.

Zdroj EZ1 má možnost nevýkonového zapínání a vypínání (klíčování) výstupního napětí externím spínačem. Tato možnost umožňuje zjednodušit schematiku pomocných ovládacích obvodů v napájení, případně využití zdroje v napájení impulsních kolejových obvodů.

Svou koncepcí umožňuje zdroj EZ1 vytvořit řadu variant lišících se výkonem, počtem fází výstupního napětí, výstupním kmitočtem i charakterem vstupního napětí. Toto řešení umožňuje pokrýt požadavky, které byly doposud zajišťovány zcela odlišnými typy měničů a střídačů.

Zdroj EZ1 je charakterizován rovněž vysokou energetickou účinností konverze, která se pohybuje při plném výstupním zatížení zdroje okolo 75%.

Zjednodušený popis - použité stejnosměrné regulátory zajišťují stabilitu výstupního napětí stejnosměrných stabilizátorů 70V v povoleném tolerančním poli 68,5V_{SS} až 71,5V_{SS} při kolísání napájecího napětí téměř o 100%. Toto stabilizované napětí je bezpečně dohlíženo ve smyslu ČSN 342600, čímž měnič splňuje požadavky zabezpečovací techniky. Tímto SS stabilizovaným napětím jsou napájeny koncové stupně měniče (73304 5 300, inovované 73304 5 301), které jsou buzeny z kmitočtové ústředny (KÚ autonomní - 73304 5 500, KÚ závislá - 73304 5 550).

Konstrukčně je zdroj EZ1 zabudován do typizované skříně pro elektroniku typu ALMES. Výstupní transformátory jsou umístěny mimo skříně zdroje EZ1 a jsou ke zdroji připojeny pomocí konektorů.

b) Zdroje pro napájení návštěvidel - EZ 1- 50 BA - varianty 73304 5 052, 053 a 055:

Základem je obvodové řešení zdroje EZ 1, přičemž provedení zdroje a zapojení je na výkrese 73304 5 052 a na výkrese doplňujícím 73304 5 055. Blokové schema je na výkrese BS 73304 - příl.č. 1.

Provedení variant 73304 5 052, 053 - Výstupní transformátory typu 73304 5 630 jsou na výstupní svorkovnici SV 12 zapojeny tak, že na výst. svorkách každého je výstupní napětí cca 90V. Protože jsou všechny VT buzeny ve stejné fázi (klíčovací konektor 50Hz je propojkami nastaven na 0° a 180° - viz výkres 73304 5 820), bude na výstupu zdroje při jejich seriovém propojení napětí naprázdno 270V stř. (úroveň první harmonické je cca 220V stř.). Do serie se zátěží je ještě zařazen u varianty 73304 5 052 seriový filtr 71971 5 006 (LC filtr - $f_{rez.50Hz}$), který zajišťuje odfiltrování vyšších harmonických složek. Průběh výstupního napětí se pak přibližuje sinusovému průběhu (podle velikosti zátěže). Výstupní výkon tohoto zapojení je pak 600VA.

Provedení varianty 73304 5 055 - tuto variantu použijeme, pokud se vystačí s výstupním výkonem 500VA a je nutnost ideálního sin. průběhu výstupního napětí (napájení obvodů světelných návěstidel). Zapojením výst. transformátorů VT podle výkresu M73304 5 055 se na výstupu generuje aproximovaný sinusový signál, který při zapojení seriového LC filtru 71971 5 006 se blíží ideálnímu sin. průběhu, avšak při trochu nižší max. výkonové zátěži (500VA), než u přeschozí varianty 73304 5 052. Koncové stupně KS (musí být inovovaného provedení 73304 5 301 - nemají vepředu žebrování a mají oproti původním KS 73304 5 300 na čelním panelu červenou indikační LED diodu) jsou buzeny z kmitočtové ústředny KÚA 73304 5 500 signálem ve fázích O - 45 a 90. Propojení výst. svorkovnic na transf. VT je třeba provést dle výkr. M73304 73304 5 055 (odlišným propojením na VT2 se dosáhne proti původním 73304 5 630 výst. napětí 156V stř.). Sekundární vinutí všech tří výstupních transformátorů se propojí opět do serie dle výkresu M 73304 5 055. Zapojení klíčovacího konektoru je nutné upravit na provedení 73303 5 830.

Pro zapojení a uvedení do provozu podá výkres M73304 5 055 vyčerpávající informaci.

2. POPIS BLOKOVÉHO SCHEMA

Blokové schéma základního provedení zdroje EZ1 je znázorněno na příl.č.1. V tomto provedení je zdroj určen pro napájení kolejových obvodů s dvoufázovými kolejovými přijímači, t.j. zdrojů se signálními kmitočty 75Hz, resp. 275Hz.

Zdroj sestává ze tří identických sekcí Z1, Z2, Z3, které slouží jako konvertory (měniče) vstupního napětí na výstupní napětí obdélníkového tvaru požadovaného kmitočtu a požadovaného fázového vztahu mezi napětím jednotlivých sekcí. Součástí jednotlivých sekcí měničů napětí jsou výstupní transformátory VT, které jsou umístěny mimo skříň zdroje.

Blokové schéma zdrojů EZ1, určených pro generaci jednofázového sinusového výstupního napětí o kmitočtu 50Hz je znázorněno rovněž na příl.č.1. Zdroj sestává rovněž ze tří identických měničů Z1, Z2 a Z3, které slouží ke konverzi stejnosměrného vstupního napětí 24Vss na výstupní napětí obdélníkového tvaru o kmitočtu 50Hz. Výsledné sinusové napětí na výstupu zdroje se získává součtem vzájemně fázově posunutých obdélníkových napětí na sekundárech výstupních transformátorů VT. Tímto součtem se vytvoří napětí schodovitého průběhu o kmitočtu 50Hz, kterým je aproximováno napětí sinusového průběhu. Výsledné napětí sinusového tvaru se získává dodatečnou filtrací napětí schodovitého tvaru pomocí výstupního výkonového filtru VVF.

Blokové schéma měničů (konvertorů) Z1,Z2 a Z3 zdroje EZ1 je zcela shodné ve všech fázích .Základními funkčními bloky měniče je funkční blok stabilizátoru vstupního napětí SB a funkční blok koncového stupně KS.

Funkční blok stabilizátoru vstupního napětí SSST je řešen ve dvou verzích. V základní verzi je zdroj osazován stabilizátorem stejnosměrného vstupního napětí 24Vss - SB, který toto napětí zvyšuje a stabilizuje na výstupní hladině 70Vss při maximálním výkonu na výstupu 230W. V odvozené verzi je stabilizátor stejnosměrného napětí nahrazen stabilizátorem střídavého vstupního napětí 220Vst - SS, který toto napětí po usměrnění snižuje a stabilizuje rovněž na výstupní hladině 70Vss s výstupním výkonem 230W.

Stabilizátor vstupního napětí v obou popsaných verzích sestává ze dvou základních částí, výkonové části a regulátoru. Funkční blok střídače slouží k přeměně stabilizovaného stejnosměrného napětí 70Vss na výstupu stabilizátoru na střídavé napětí obdélníkového tvaru s požadovaným kmitočtem (50Hz, 75Hz, 275Hz). Toto střídavé napětí na výstupu střídače je pomocí výstupního transformátoru VT přetransformováno na požadovanou napěťovou úroveň. Z výstupu střídače lze odebrat střídavé napětí při maximálním výkonu až 200VA.

Budící signál pro střídač je získáván z výstupů kmitočtové ústředny KÚA (KÚZ). Autonomní kmitočtová ústředna KÚA slouží jako zdroj s nastavitelným kmitočtem, s třemi výstupy budícího signálu pro střídače, jejichž vzájemný fázový posun je rovněž nastavitelný. Požadovaný generovaný kmitočet (50Hz, 75Hz, 275Hz) a fázový posuv 0° až 180° el. po krocích 15° el. se nastavuje pomocí klíčovacího konektoru, který se vkládá do čelního panelu kmitočtové ústředny zdroje.

Generovaný kmitočet na výstupech autonomní kmitočtové ústředny KÚA lze pomocí externího spínače vypínat (klíčovat). Závislá kmitočtová ústředna KÚZ slouží k regeneraci vstupních budících signálů, přivedených z řídicího (hlavního) zdroje pomocí synchronizačního vedení na vstup závislého zdroje.

Obvody závislé kmitočtové ústředny KÚZ rovněž zajišťují, že při ovlivnění vstupních budících signálů průmyslovým kmitočtem 50Hz je výstupní budící signál KÚZ bezpečně zablokován. Synchronizační vedení je na vstup závislé kmitočtové ústředny KÚZ připojeno přes vstupní konektor v čelním panelu závislé kmitočtové ústředny zdroje.

Dalšími funkčními bloky zdroje EZ1 jsou dohlížecí obvody stejnosměrného napětí a střídavého napětí. Dohlížecí obvody stejnosměrného napětí slouží k bezpečnému dohledu nad stejnosměrným napětím, generovaném na výstupech stabilizátorů s hladinou 70V_{ss}, kterým jsou napájeny koncové stupně KS. Vzhledem k tomu, že výstupní střídavé napětí zdroje je přímo úměrné tomuto stejnosměrnému mezinapětí, jsou dohlížecí obvody řešeny tak, že při vybočení stejnosměrného mezinapětí ze zadaných tolerančních mezí bezpečně blokuje budící signál z kmitočtové ústředny KÚA (KÚZ), kterým jsou buzeny koncové stupně KS. Dohlížecí obvod střídavého napětí slouží ke kontrole výstupních napětí v jednotlivých fázích zdroje a signálem z jeho výstupu je buzeno výsledné poruchové relé. Dohlížecí obvody stejnosměrného a střídavého napětí jsou konstrukčně řešeny na jedné společné desce plošných spojů DO.

Spolu s kmitočtovou ústřednou KÚA, (KÚZ) tvoří dohlížecí obvody DO společnou část pro všechny tři fáze zdroje.

3. POPIS FUNKCE jednotlivých funkčních bloků zdroje

3.1. FUNKČNÍ BLOK STABILIZÁTORU stejnosměrného vstupního napětí SSST.

Funkční blok stabilizátoru stejnosměrného vstupního napětí pracuje jako impulsní stabilizátor stejnosměrného napětí zvyšujícího typu. Slouží ke zvýšení a stabilizaci vstupního stejnosměrného napětí o jmenovité úrovni 24V_{ss} (s povoleným kolísáním úrovně tohoto napětí od 20V do 36V) na stabilizované napětí 70V+1,5V. Konstrukčně stabilizátor SSST sestává ze dvou kazet - z kazety RB (regulátor bateriový) a z kazety SB (stabilizátor bateriový). Elektrické schéma regulátoru bateriového RB je na příl.č.3, elektrické schéma stabilizátoru bateriového SB je na příl.č.5.

3.1.1. REGULÁTOR

Regulátor RB slouží ke generaci impulsních šířkově modulovaných řídicích signálů, které ovládají dvojčinný měnič napětí ve stabilizátoru SB. Regulátor se napájí stejnosměrným vstupním napětím 24V_{ss}, přivedeným na špičky 17-18 konektoru (+24V) a 23-24 (). Na vstupu je připojena ochranná přepětěová dioda D4(KZL81/40), vstupní napětí je stabilizováno integrovaným stabilizátorem IO5 (MA7812) na hladinu +12V. Toto napětí slouží jednak k

napájení obvodů na vlastní desce regulátoru, jednak je lze odebírat ze špičky 20 konektoru pro napájení kazet kmitočtové ústředny KÚ a dohlížecích obvodů DO.

Generaci šířkově modulovaných impulsů zajišťuje integrovaný obvod IO1 (MDA 4700), na jehož špičkách 4 a 5 obdržíme dva fázově posunuté sledy (o 180°) řídicích impulsů, jejichž šířka se mění v závislosti na úrovni řídicího napětí z výstupu stabilizátoru bateriového SB, které se přivádí na vstupní špičky 08-09 přípojovacího konektoru.

Pomocí zpětné vazby mezi výstupem SB a regulátorem (IO1) se udržuje na výstupu SB konstantní stejnosměrné napětí +70Vss, protože šířka aktivních budících impulsů se mění v závislosti na kolísání vstupního napětí a zátěže tak, že výstupní napětí je porovnáváno v IO1 s vnitřním referenčním napětím. Výstupní impulsní signály z IO1 jsou přivedeny na vstupy oddělovacích stupňů IO3, IO4 (MBA915), kde jsou výkonově zesíleny. Výstupy oddělovacích stupňů IO3, IO4 jsou přes ochranné rezistory R29, R31 přivedeny na výstupní špičky 11-12 a 13-14 přípojovacího konektoru.

Integrovaný obvod IO2 (MA1458) je zapojen jako dvojitý komparátor, na jehož výstupu je zapojena zelená svítivá dioda D2 (LQ1732D). Dvojitý komparátor pracuje jako toleranční měřič přivedeného výstupního napětí stabilizátoru. Jestliže výstupní napětí stabilizátoru leží v povoleném tolerančním poli (68,5Vss až 71,5Vss) je svítivá dioda D2 buzena (svítí), v opačném případě nesvítí.

Na výstupu oddělovacího stupně IO3 je připojena žlutá svítivá dioda D3 (LQ1432), která indikuje přítomnost řídicích impulsů na výstupu regulátoru. Jas svítivé diody se mění podle šířky aktivních generovaných impulsů.

3.1.2. STABILIZÁTOR BATERIOVÝ SB

SB pracuje jako dvojitý měnič a stabilizátor napětí zvyšujícího typu. Vstupní napětí se přivádí na špičky 16, 17, 18 (+24V) a 01, 02, 03, 23, 24 (0V) přípojovacího konektoru. Výstupní stejnosměrné stabilizované napětí se odebírá ze špiček 07, 08, 09 (+70V) proti společné zemi (0V). Budící signály z výstupu regulátoru RB se přivádějí na vstupní špičky 11, 12 a 13, 14.

Dvojitý měnič stabilizátoru bateriového sestává ze dvou autotransfornátorů TR1, TR2 a dvou výkonových bezkontaktních spínačů, realizovaných tranzistory T1 a T2.

Vstupní stejnosměrné napětí je přivedeno přes odrušovací a nárazový filtr, tvořený kondenzátory C1 až C7 a tlumivkou T11 na svorky 3,3a autotransfornátorů TR1, TR2. Při spínání výkonových spínačů T1 a T2 se na výstupech 1, 1a autotransfornátorů TR1, TR2 k základnímu vstupnímu napětí nasuperponuje přídavné napětí, jehož střední hodnota je úměrná šířce budících impulsů z výstupů regulátoru RB.

Napětí z výstupů 1, 1a autotransfornátorů TR1, TR2 je přes výkonové usměrňovací diody D4 a D5 přivedeno na výstupní filtrační kondenzátorovou baterii tvořenou kondenzátory C12 až C19.

Diody D2 a D3 slouží jako omezovací (clamp) diody, které upínají kolektory tranzistorů T1 a T2 k výstupnímu napětí +70V. Tím se omezují překmity a přepětové špičky na kolektorech spínacích tranzistorů.

Budící signál se přivádí do bází výkonových tranzistorů FET T1 a T2, které jsou zakončeny odpory R1 a R2 a tlumícími kondenzátory C8 a C10.

Stejným způsobem stabilizovaným napětím o napětě +70V, které je na výstupních svorkách 07, 08, 09 proti zemi na svorkách 01, 02, 03, 23, 24 se napájí vstup střídačů, které tvoří další stupeň zdroje EZ1.

3.2. FUNKČNÍ BLOK STŘÍDAČE

Střídač slouží k přeměně vstupního stejnosměrného napětí +70V na napětí obdélníkového tvaru s volitelným kmitočtem 50Hz, 75Hz, resp. 275Hz. Střídač sestává z kmitočtové ústředny KÚ (budiče), koncového stupně KS a výstupního transformátoru VTR. Výstupní transformátor slouží ke galvanickému oddělení a příslušné transformaci vstupního napětí obdélníkového tvaru +70V na požadovanou napěťovou úroveň. Výstupní transformátor se umísťuje mimo skříň zdroje.

3.2.1. KONCOVÝ STUPEŇ KS

Koncový stupeň KS střídače je schematicky znázorněn na příloze č.7

Vstupní stejnosměrné napětí se přivádí na špičky 16, 17, 18, 19 (+70V) a 01, 02, 03, 22, 23, 24 () připojovacího konektoru. Toto napětí je přivedeno na tranzistorové spínače plného můstku, tvořeného tranzistory T1, T2, T3, T4. Tranzistory T1 a T3 můstku jsou závisle buzeny z pomocných vinutí L1, L5 autotransformátoru Tr1. Tranzistory T2 a T4 můstku jsou buzeny z budiče (kmitočtové ústředny KÚ). Budicí signály obdélníkového tvaru z KÚ se přivádějí na špičky 13, 14 připojovacího konektoru.

Můstek střídače pracuje tak, že při vybuzení dvojice nezávisle buzených tranzistorů T2 a T4, sepne závisle buzený tranzistor T3 resp. T1 v diagonále můstku. Vybuzení závisle buzených tranzistorů v diagonále můstku je zajištěno indukovaný napětím z hlavního vinutí L3 pomocného autotransformátoru Tr1 do vinutí L1 resp. L5, ze kterých jsou buzeny báze tranzistorů T1 resp. T3.

Střídavým buzením tranzistorů T2, T4 resp. T3, T1 v můstku dochází k přeměně vstupního stejnosměrného napětí +70V_{ss} na střídavé napětí obdélníkového tvaru +70V_{st}, které se odebírá z výstupních svorek 04, 05 a 08, 09 koncového stupně.

Diody D3 a D7, paralelně připojené mezi kolektory a emitory tranzistorů T1 a T3 pracují jako rekuperační diody, přes které protéká proud při komplexní zátěži na střídavé straně můstku.

Správná činnost koncového stupně KS je indikována indikační LED diodou D1, která je napájena přes odpor R1 a kondenzátor C2 střídavým napětím, které vzniká při normální činnosti koncového stupně.

Odpory R4 a R5, spolu se Zenerovými diodami D4 a D5, slouží k ochraně palem řízených tranzistorů T2 a T4. Elektrolytický kondenzátor C1 slouží k vyhlazení vstupního stejnosměrného napětí.

3.2.2. KMITOČTOVÁ ÚSTŘEDNA AUTONOMNÍ KUA

Schema autonomní kmitočtové ústředny KÚA je na příloze č.9.

Kmitočtová ústředna KÚA slouží ke generaci budících signálů obdélníkového tvaru s volitelným kmitočtem 50Hz, 75Hz, 275Hz maximálně pro tři koncové stupně KS. Volba kmitočtu se provádí pomocí klíčovacího konektoru, který se nasouvá do předního panelu KÚA. Výstupní signály pro jednotlivé koncové stupně jsou vyvedeny na špičky výstupního konektoru vždy v komplementárních dvojicích. (Dvojice 16, 17; 11, 12; 05, 06). Fázový úhel mezi jednotlivými komplementárními výstupy je vůči referenčnímu výstupu nastavitelný po skocích 15°el od 15° do 180°el. Výstupní generovaný kmitočet je bezpečně kontrolován tak, aby při jeho případném vybočení ze zadaných tolerančních mezí došlo k zablokování výstupů kmitočtové ústředny.

Základní generátor kmitočtové ústředny je tvořen přesným multivibrátorem s časovačem tvořeném IO1 (555). Kmitočet základního generátoru je nastaven na 24 násobek požadovaného výstupního kmitočtu, t.j. na kmitočet 1200Hz pro výstupní kmitočet 50Hz, kmitočet 1800Hz pro výstupní kmitočet 75Hz a kmitočet 6600Hz pro výstupní kmitočet 275Hz. Základní generátor je napájen externím napětím, které se přivádí na špičku 22 připojovacího konektoru z výstupu

dohlížecího obvodu DO, který bezpečně kontroluje, že výstupní napětí stejnosměrných stabilizátorů je ve stanoveném tolerančním poli. Základní generátor tedy nasadí kmitů pouze tehdy, jestliže je splněn základní požadavek, t.j. že ss mezinapětí je v požadovaných mezích.

Z výstupu IO1 je napájen vstup kruhového čítače, který je tvořen IO2 a IO3 (typu 4015). Na jednotlivých výstupech IO2 a IO3 (špičky 2,3,4,5,10,11,12,13) obdržíme výstupní signál obdélníkového tvaru, jehož kmitočet je 24x nižší než nastavený kmitočet základního generátoru. Fázový posuv mezi jednotlivými výstupy je vždy 15°el.

Z výstupů kruhového čítače jsou napájeny oddělovací stupně tvořené tranzistory T1, T2, T3, z nichž tranzistor T3 je trvale připojen na referenční fázi (výstup 04 IO3), báze tranzistorů T1, T2 lze prostřednictvím volitelných propojek na klíčovacím konektoru připojit na příslušné výstupy kruhového čítače. Tím lze nastavit zvolený fázový posuv generovaného kmitočtu.

Kolektory oddělovacích tranzistorů T1, T2, T3 jsou přes rezistory R11, R12, R13 připojeny na vstupy oddělovacích optočlenů. Výstupy optočlenů jsou napájeny napětím z dohlížecího obvodu, který bezpečně kontroluje generovaný kmitočet. Tento dohlížecí obvod je tvořen integrovanými obvody IO4, IO5, IO7 a pasivními prvky. Jestliže dohlížený kmitočet přivedený z kolektoru tranzistoru T1 přes kondenzátor C6 na vstup dohlížecího obvodu leží v zadaném tolerančním poli, je na výstupu IO7 generován dynamický signál o kmitočtu cca 70KHz. Tento signál je přiveden přes oddělovací transformátor Tr1 na vstup usměrňovače tvořeného diodami D4 až D7. Z výstupu usměrňovače se napájí výstupy optočlenů O1, O2, O3 a výstupní oddělovač a tvarovač, tvořený integrovaným obvodem IO6. Jestliže dojde k poruchové změně dohlíženého kmitočtu nebo k poruše samotného dohlížecího obvodu, zanikne bezpečně stejnosměrný signál, kterým se napájí výstupy optočlenů a výstupní oddělovač a tvarovač. Tím je zabezpečeno, že koncové stupně KS střídače nebudou buzeny.

Výstupní oddělovač a tvarovač tvořený integrovaným obvodem IO6 slouží k vytvarování obdélníkového signálu odebraného z kolektorů tranzistorů optronů O1, O2, O3 na napěťovou úroveň 0÷+12V a dále k vytvoření komplementárních signálů na jednotlivých výstupech vzhledem k signálu vstupnímu. Toto je zabezpečeno dvojicemi vzájemně propojených invertorů integrovaného obvodu IO6.

Trojice komplementárních výstupů pro tři výstupní fáze (referenční + 2 výstupy s volitelným fázovým posuvem) je přivedeno přes ochranné oddělovací rezistory R37 až R42 na špičky 16, 17; 11, 12; 05, 06 připojovacího konektoru.

Výstupy integrovaného obvodu IO6 lze blokovat (rozpojit) pomocí externího stejnosměrného napětí +12V přivedeného na špičky 13, 14 připojovacího konektoru.

3.2.3. KMITOČTOVÁ ÚSTŘEDNA ZÁVISLÁ KUZ

Schema závislé kmitočtové ústředny KÚZ je znázorněno na příloze č.10.

Obvody závislé kmitočtové ústředny slouží ke galvanickému oddělení synchronizačních signálů pro místní (referenční) fázi a kolejovou fázi přivedených synchronizačním vedením od obvodů řídicího zdroje EZ1. Dále zabezpečují tvarování těchto signálů na třech výstupech kmitočtové ústředny do tvaru vhodného pro buzení koncových stupňů KS střídačů. Hlavní funkcí pomocných obvodů závislé kmitočtové ústředny je dohled nad tím, že do signálu pro místní (referenční) fázi nepronikl rušivý signál o kmitočtu 50Hz (resp. jeho hramonické násobky). V případě proniknutí tohoto rušivého signálu do referenční fáze dojde k bezpečnému zablokování výstupů závislé kmitočtové ústředny.

Synchronizační signály se přivádí na špičky 3,4; 5,6 (kolejová fáze) a 9, 10; 13, 14 (místní fáze) konektoru K1 umístěného na předním panelu kazety kmitočtové ústředny. Amplituda tohoto signálu obdélníkového tvaru se může pohybovat od minimální hodnoty 5V do maximální hodnoty +15V.

Na vstupy pro synchronizační signály jsou připojeny přes oddělovací rezistory R1, R2, R3, R4 oddělovací optrony O1, O2, O3, O4. Výstupy oddělovacích optronů O1, O2 resp. O3, O4 jsou zapojeny do bistabilního klopného obvodu, kterým je tvarován vstupní signál na signál obdélníkového tvaru se střídou 1:1. Z kolektorů optronů O1 resp. O4 je tento signál přiveden přes vazební rezistory R34 resp. R38 a kondenzátory C27, C28 na vstupy optronů O5, O6, jejichž výstupy jsou (obdobně jako u autonomní kmitočtové ústředny) buzeny z výstupu bezpečného hladinového obvodu tvořeného integrovanými obvody OZ3, IO1.

Schema zapojení výstupů KÚZ je shodné se zapojením autonomní kmitočtové ústředny KÚA. Kolektory optronů O5, O6 jsou připojeny na vstupy oddělovacího a tvarovacího integrovaného obvodu IO2. Na výstupech IO2 jsou zformovány dvojice komplementárních signálů, které slouží k buzení koncových stupňů KS střídačů fáze se odebírají ze špiček 11, 12 a O5, O6, komplementární signál pro buzení koncového stupně referenční fáze se odebírá ze špiček 16, 17.

Dohlížecí obvod nad spektrální čistotou signálu pro referenční fázi je napájen přes odporový dělič R19, R20 z kolektoru optronu O3. Tento signál o kmitočtu 75Hz, resp. 275Hz je přiveden na vstup aktivní dolní propusti tvořené RC prvky a operačním zesilovačem OZ1. Mezní kmitočet této dolní propusti je v závislosti na kmitočtu budícího signálu přepínatelný mezi kmitočtem 100Hz, resp. 300Hz. Při nezapojené propojce mezi špičkami 19, 20 a 21, 22 a zapojené propojce 1, 2 a 15, 16 konektoru K1 je mezní kmitočet nastaven na 100Hz, při zapojené propojce mezi špičkami 19, 20 a 21, 22 konektoru K1 a rozpojené propojce 1, 2 a 15, 16 konektoru K1 je mezní kmitočet této propusti 300Hz.

Z výstupu dolní propusti je napájen jednak vstup operačního usměrňovače tvořeného operačním zesilovačem OZ2 a pasivními prvky (špička 12 OZ2).

Z výstupu dolní propusti je dále napájena aktivní pásmová propust, tvořená RC prvky a operačním zesilovačem OZ1. Při rozpojené propojce mezi špičkami 29, 30 a 27, 28 konektoru K1 je střední kmitočet pásmové propusti nastaven na 75Hz, při zapojené propojce je střední kmitočet 275Hz. Výstup horní propusti je přes vazební kondenzátor C16 a rezistor R40 přiveden na vstup operačního usměrňovače tvořeného operačním zesilovačem OZ2 a pasivními prvky (špička 3 OZ2).

Na výstupech operačních usměrňovačů (výstupy 7 a 8 operačního zesilovače OZ2) obdržíme stejnosměrné napětí, přičemž napětí na špičce 7 je dvojnásobné napětí oproti napětí na výstupu 8. Tato dvě napětí jsou přivedena na vstupy 2 a 3 operačního zesilovače OZ3 dynamického hladinového obvodu. V případě, že poměr těchto dvou napětí je přesně rovný dvěma, je na výstupu dynamického hladinového obvodu generován stejnosměrný signál (kondenzátor C30). Tímto signálem jsou napájeny výstupy oddělovacích optronů O5, O6 a integrovaný obvod IO2. Tím je zabezpečeno napájení koncových stupňů KS střídačů synchronizačními signály.

V případě, že dojde k proniknutí rušivého signálu na synchronizační vstup referenční fáze KÚZ, dojde k nárůstu stejnosměrného napětí na výstupu 8 operačního usměrňovače oproti referenčnímu napětí na výstupu 7 operačního usměrňovače. Tím dojde k bezpečnému zániku stejnosměrného napětí na výstupu dynamického hladinového obvodu. Při zániku tohoto napětí se bezpečně zablokuje výstup závislé kmitočtové ústředny.

Ke generaci záporného napájecího napětí pro napájení operačních zesilovačů OZ1, OZ2 slouží invertor kladného napájecího napětí na záporné napájecí napětí. Je tvořen integrovaným obvodem IO3, který pracuje jako výkonový zdroj impulsního napětí o kmitočtu cca 150KHz a dále kondenzátory C32, C33 a diodami D13, D14. Na kondenzátoru C33 obdržíme záporné napájecí napětí oproti společné zemní svorce.

3.2.4. DOHLÍŽECÍ OBVOD stejnosměrného napětí a dohlížecí obvod střídavého napětí

Elektrické schema kazety DO s dohlížecími obvody pro stejnosměrné mezinapětí 70Vss a dohlížecími obvody pro střídavé výstupní napětí je na příloze č.8.

Stejnoseměrné mezinapětí +70Vss z výstupů tří stabilizátorů je přivedeno přes rezistory R29, R30, R31 na kondenzátor C1. Úroveň tohoto napětí je v dynamickém hladinovém obvodu porovnávána s referenčním napětím, které je přivedené na vstup +2 OZ1. Při shodě napětí na vstupech -2 a +3 OZ1 dojde k rozkmitání hladinového obvodu tvořeného OZ1 a IO2 kmitočtem cca 70KHz. Tento kmitočet přes vazební transformátor Tr1 budí bázi tranzistoru T4. V kolektoru T4 je zapojeno primární vinutí transformátoru TrL, na jehož sekundárním vinutí se indukují napětí, které je usměrněno můstkovým usměrňovačem tvořeným diodami D5 ÷ D8. Stejnoseměrným napětím na špičce 3 připojovacího konektoru je napájen základní oscilátor autonomní kmitočtové KÚA, resp. jsou napájeny vstupní obvody závislé kmitočtové ústředny KÚZ. Šířka tolerančního kanálu, ve kterém se může pohybovat stejnosměrné mezinapětí +70V, aniž by došlo k zániku kmitů hladinového obvodu je dána hodnotou rezistoru R18.

Dohlížecím obvodem střídavého napětí DOST se kontroluje přítomnost střídavého napětí na výstupech všech tří koncových stupňů KS střídačů. Střídavé napětí z výstupů koncových stupňů se přivádí na špičky 10, 12 (KS1); 07, 09 (KS2); 04, 05 (KS3). Tento signál je přes vazební kondenzátory C14 až C19 přiveden na usměrňovače tvořené diodami D10 ÷ D21. Stejnoseměrné napětí na šesti výstupech usměrňovačů (kondenzátorech C4 až C9, resp. zatěžovacích rezistorech R9 až R14) je přivedeno na vstupy součinného hradla NAND tvořeného integrovaným obvodem IO1. Na výstupu 13 tohoto integrovaného obvodu je signál "logická 0" pouze tehdy, jestliže na všech výstupech koncových stupňů KS bude generováno střídavé napětí.

Z výstupu IO1 je buzen invertor tvořený tranzistorem T1, z jehož výstupu je buzen koncový spínací tranzistor T3. Kolektor tranzistoru T3 je jednak vyveden na špičku 16 připojovacího konektoru, jednak je na něj připojen přes rezistor R21 indikační obvod tvořený svítivou diodou D22.

Na výstup (špička 16) se připojuje externí poruchové relé, které slouží k ovládní vnějších indikačních a poruchových obvodů.

Svítivá dioda D22 a externí relé jsou buzeny pouze tehdy, jestliže je sepnut tranzistor T3, což nastane v tom případě, kdy jsou funkční všechny výstupy koncových stupňů KS střídačů ST.