Vstupní a korekční předzesilovač SINCLAIR Project 60 – autor SINCLAIR RADIONICS Ltd.

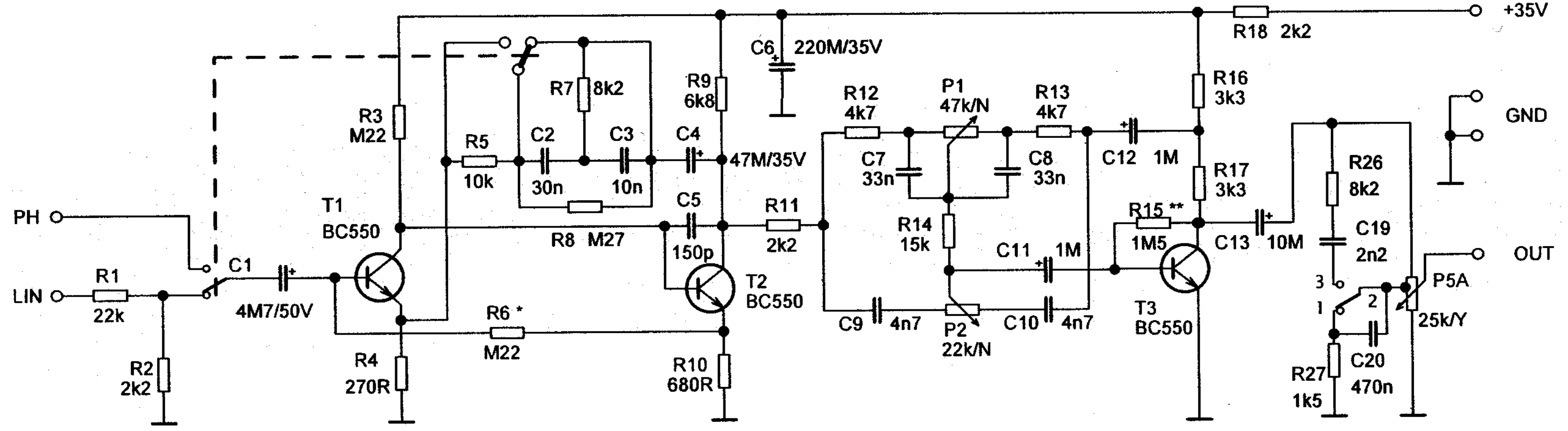
Poznámky ke schématu a k realizaci

Předkládám Vám jako zajímavost a námět k realizaci vstupní a korekční jednotku z velkého britského hitu začátku 70. let minulého století – stavebnici HiFi zesilovače firmy Sinclair Radionics Ltd., která se jmenovala Project 60, později inovovanou, značně vylepšenou a prodávanou pod názvem Project 80, která už ale neměla takový obchodní úspěch, jako Project 60, přestože měla značně lepší parametry, téměř stejnou cenu a stejnou distribuční síť.
Project 60 byla stavebnice, která obsahovala nedělitelnou vstupně - korekční jednotku včetně přepínače vstupů nazvanou Stereo Sixty, podle volby „stavitele" i jednotku plynule přeladitelných filtrů hluku a šumu typu Sallen-Key se strmostí 12dB/okt., jednotku předzesilovače s vysokou vstupní impedancí pro keramickou či krystalovou přenosku, dva typy -na tu dobu- dosti moderně řešených výkonových zesilovačů Z30 a Z50 a tři typy napájecích zdrojů. Koncové zesilovače neobsahovaly ochranu proti zkratu výstupu, ta byla řešena robustními koncovými tranzistory a u posledních dvou typů zdrojů i proudovou pojistkou přímo ve zdroji. Koncové zesilovače sice byly kompletně stejnosměrně vázány, ale byly napájeny nesymetrickým napětím, na výstupu byl tedy elektrolyt a ss ochrana nebyla potřebná. Stavebnice vstupní a korekční jednotky a jednotky filtrů obsahovala i krásné hotové přední panely, přepínání vstupů bylo řešeno závislými tlačítkovými přepínači firmy Isostat /na které později koupila licenci i polská elektronická firma UNITRA, divize Eltra/. Dokoupit bylo možné i zadní, spodní a horní panely v profesionální hezké úpravě, vše za velmi přijatelné ceny. Za dvě odpoledne tak bylo možné sestavit HiFi zesilovač profesionálního vzhledu a vynikajících parametrů. Připomínám jen, že se pořád nacházíme v roce 1970. Celou stavebnici i chytrou obchodní strategii vymyslel sir Clive Sinclair se svým vývojovým týmem, kterou později zopakoval při vývoji, distribuci a prodeji prvních osobních osmibitových mikropočítačů Sinclair ZX-81, ZX-Spectrum, ZX-SpectrumPlus a dalších velmi chytře vymyšlených záležitostí, jako například první integrovaný výkonový zesilovač s výkonem 6W/4ohm s označením IC12, s podstatně lepšími parametry, než byla daleko pozdější TBA810.

Všechny tranzistory mohou být jakéhokoliv nízkošumového typu, jako například BC550C, starší zásoby Unitra BC413C, BC414C, BC182B, BC549C, TESLA KC239F, vybrané KC509, KC149 /vybrané na šum a na Uceo/ a mnoho dalších, hlavně „japonských" typů, z nichž některé opravdu jen velmi málo šumí – jako příklad mohu uvést ze starších zařízení vyjmuté a originální 2SC945, 2SC1815, 2SC1845, 2SC2240, 2SC3198 a mnoho dalších. U „japonských" tranzistorů pozor na zapojení vývodů, tranzistory řady BC mají /nápisem k sobě/ vývody v pořadí CBE, kdežto asijské typy mají až na skrovné výjimky pořadí vývodů ECB. Lze na to při návrhu desky pamatovat a pro každý tranzistor zajistit čtyři otvory, jako to má např. jednotka BA-100.
Odpor R6 o základní hodnotě M22 /220k/ mezi tranzistory T1 a T2, označený hvězdičkou, je stejnosměrná vazba, určující pracovní bod dvojice T1-T2. Při oživování jednotky je třeba jej nahradit trimrem okolo 1M5, na lineární vstup a při předzesilovači, přepnutém na lineární provoz /tedy tak, jak je zakreslen/ a při osciloskopu připojeném na kolektor T2 je třeba trimrem nastavit při mírně přebuzeném vstupu symetrickou limitaci dvojice T1 – T2. Pak je ještě vhodné přepnout předzesilovač na provoz s MM magnetodynamickou přenoskou /druhá poloha přepínače /obě sekce přepínače jsou spřaženy/ a při kmitočtu 1kHz zkontrolovat symetrickou limitaci i v tomto druhu provozu, nastavení pomocného trimru by se nemělo lišit. Po nastavení symetrické limitace dvojice T1-T2 pomocný trimr vypájíme, změříme a nahradíme pevným odporem, nejbližším z běžně prodávané řady E24. Pozor při potřebě více lineárních vstupů – přepínač ve zpětné vazbě musí být přepnut na každém lineárním vstupu do polohy LIN, každý vstup musí mít svůj odporový dělič. Základní citlivost Sinclaira na vstupu lin byla totiž původně bez děliče asi 25mV, což je na dnešní poměry neúnosné, dnešní signálové zdroje dávají i 2V tvrdého výstupního napětí, takže ani výborná přebuditelnost vstupu Sinclaira by nestačila a při větším zdůraznění korekcí, či sníženém napájecím napětí, anebo nepřesně nastaveným pracovním bodem T1-T2 by jednotka už zkreslovala – proto ten odporový dělič na vstupu lin.
Prakticky taktéž je třeba nastavit pracovní bod tranzistoru T3, který je určen odporem R15 1M5 označeným hvězdičkou. Odpor 1M5 nahradíme trimrem 4M7, rozpojíme spoj mezi T2 a odporem 2k2, tónový generátor připojíme na odpor 2k2, osciloskop na kolektor T3, potenciometry korekcí na elektrický střed a trimrem opět při

mírném přebuzení stupně s T3 nastavíme symetrickou limitaci. Po nastavení trimr opět vypájíme, změříme jeho hodnotu a vyměníme za pevný odpor nejbližší hodnoty.
Vstupně-korekční jednotku je možno provozovat i při dosti sníženém napájecím napětí kolem 20-24V, je však nutno mít na paměti, že je potřeba při tomto sníženém napětí znovu nastavit pracovní body vstupního i korekčního zesilovače a že celá jednotka nebude dosahovat takového výstupního napětí a přebuditelnosti, jako při jmenovitém napájecím napětí. Pokud budete mít k dispozici nízkošumové tranzistory s přiměřeně vysokým Uceo /alespoň 50V/, je možno celou jednotku napájet i značně vyšším napětím /kolem 45V/, dosáhnete tím vyššího nezkresleného výstupního napětí a vyšší přebuditelnosti vstupů v obou režimech provozu.

Potenciometry korekcí je možno bez obav a bez dramatické změny parametrů zaměnit za 50k/N a 25k/N, potenciometr hlasitosti P3 je možno zvolit v rozmezí 25k/Y až 100k/Y /podle vstupní impedance koncového zesilovače/, na rozdíl od originálu opatřit pevným, nebo vypínatelným obvodem fyziologie, popřípadě potenciometrem s více odbočkami pro fyziologii, čímž se korekční možnosti celé jednotky ještě rozšíří.
Kondenzátory 1M v obvodu korekcí je možno bez obav nahradit MKT kondenzátory 1M – 2M2/50V, čímž se zcela zlikviduje možnost chrastění při méně kvalitních potenciometrech. V obvodu korekcí byly rovněž provedeny mírné úpravy /na současné standardní hodnoty součástek a menší ovlivňování korekcí hloubky-výšky/. K odporu R15, který určuje pracovní bod tranzistoru T3, bude možná potřeba /podle návrhu desky/ paralelně připojit malý kondenzátor o hodnotě 22-47pF.
Zesílení předzesilovací a korekční jednotky jako celku lze v mírných mezích měnit změnou odporů 3k3 v kolektoru tranzistoru T3. Tak, jak je zakresleno, má jednotka při přepnutí na lineární provoz zesílení přibližně 1,5. Pokud potřebujete zesílení jednotky /nejčastěji/ ještě zvětšit, lze to bezpečně až do zesílení A=2 udělat změnou odporů 3k3 v kolektoru tranzistoru T3. Místo odporů 3k3 použijeme jeden trimr 6k8, kondenzátor 1M z výstupu korekcí připojíme na běžec trimru. S generátorem na vstupu a nf milivoltmetrem na kolektoru T3 si opatrně nastavíme potřebné zesílení. Nejvhodnější postup je takový, kdy si jednotku přepneme na lineární provoz, z generátoru přivedeme na lineární vstup nějaké definované vstupní napětí, např. 300mV, nf milivoltmetr připojíme přes oddělovací kondenzátor např. 1M na kolektor T3 a trimrem opatrně nastavíme např. 600mV, což odpovídá zesílení celé jednotky A=2. To by mělo při přebuditelnosti vstupu 20dB bohatě stačit k vybuzení téměř jakéhokoliv koncového zesilovače. Po nastavení zesílení trimr vypájíme, změříme jeho obě poloviny /od běžce k jednomu a druhému konci/ a nahradíte obě poloviny trimru co nejbližšími hodnotami pevných odporů z řady E24, analogicky uděláte totéž v druhém kanálu.
Nemělo by Vás překvapit, že obě poloviny trimru, resp. oba pevné odpory už nebudou shodné jako v originálu, pevný odpor s menší hodnotou bude blíže kolektoru T3.
Kondenzátor 30n ve smyčce kmitočtově závislé záporné zpětné vazby předzesilovače /podle normy RIAA/ je sice poněkud nestandardní hodnotou, ale není nic jednoduššího, než na to pamatovat při návrhu desky a instalovat dva zcela běžné kondenzátory 15n paralelně.
Mnohé asi překvapí, že jednotka nemá zapojen obvod balance. Bývá to sice standardní výbava zesilovačů různých kvalit, ale já osobně jsem tento ovládací prvek na domácím receiveru nikdy nepoužil. Nechávám tedy na každém, zda si příslušný obvod do stereofonní jednotky doplní, či nikoliv. Inspirací je spousta, ovšem pamatujte na to, že bez speciálních potenciometrů /jde o tandemový potenciometr, kdy je jedna polovina dráhy pokovena a druhá polovina je odporová, druhá dráha potenciometru to má zrcadlově/ má obvod balance vždy nějaký, v některých zapojeních ne zrovna malý útlum – podle druhu zapojení. Pravděpodobně nejmenší útlum má obvod balance z jednotky BA-100, můžete ji tedy zkusit použít.
Oproti originálu byl do jednotky doplněn potenciometr hlasitosti s vypínatelnou fyziologickou regulací, tedy s odbočkou, v originále byl pouze obyčejný potenciometr a navíc při překreslování zapojení jednotky z originální dokumentace do historického časopisu Hudba a Zvuk se do schématu vloudily dvě chyby, z toho jedna dosti zásadní.
Vstupní citlivost a impedance jednotky, přepnuté na provoz PHONO : 3mV/50kOhm
Vstupní citlivost a impedance jednotky, přepnuté na provoz LIN : cca 300mV/22kOhm
Celkové zesílení v originálním provedení : cca 1,5 /možno upravit, viz text/
Celkové THD : 0,03%
Rozsah korekcí : +/-15dB 100Hz
+/-15dB 10kHz

Celá jednotka byla vyzkoušena stylem „vrabčí hnízdo“, funguje perfektně, nad očekávání má velmi příjemný zvuk.
Stavebnice SINCLAIR Project 60 se prodávala od roku 1969 v Anglii, buď jako nesestavené /sypané/ stavebnice jednotlivých modulů, ale připraveny bývaly skladem už sestavené a oživené moduly, které podle velmi podrobné dokumentace stačilo „prodrátovat“ do rovněž připravené a přímo pro tento účel prodávané skříňky, vybavené už všemi panely, konektory, síťovou šňůrou. Velmi mnoho podrobností a informací o stavebnici Sinclair Project 60 i Project 80 lze samozřejmě najít na internetu.
Závěrem bych rád poděkoval Mirkovi Čejkovi za překreslení originálního schématu ze zažloutlého časopisu do vzhledné podoby.
Originální zapojení /s chybami/ najdete v časopisu Hudba a Zvuk č. 7/1971.

Předzesilovač SINCLAIR Project 60 (1970)