STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ BRNO, OLOMOUCKÁ

Doplněk k ročníkové práci pro 3. ročník – oborů Mechanik elektrotechnik a Elektromechanik pro zařízení a přístroje

Jméno: ..... Třída: ..... Skupina: ..... Datum odevzdání: součást R.P.

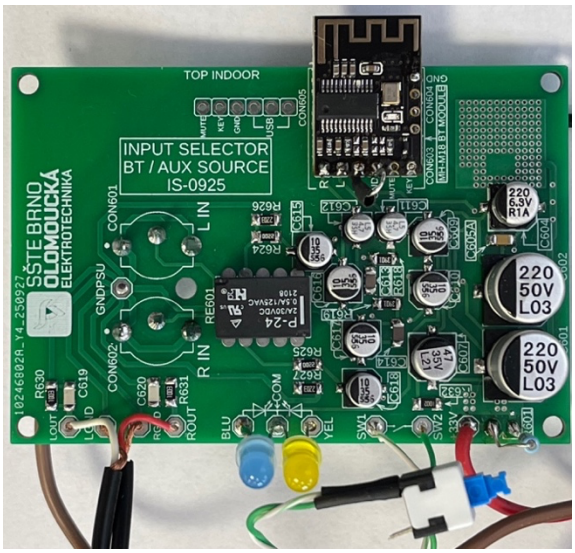
DOPLŇKOVÁ TECHNICKÁ DOKUMENTACE

ROZŠIŘUJÍCÍ MODUL K ZESILOVAČI

PŘEPÍNAČ VSTUPŮ BLUETOOTH / AUX

DOBROVOLNÝ PROJEKT

Publikováno 1125



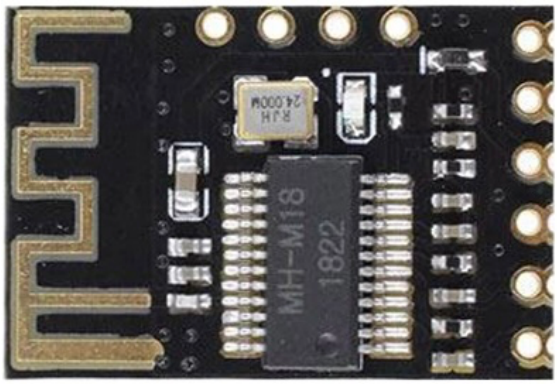
Tato doplňková technická dokumentace popisuje výrobu rozšiřujícího modulu k zesilovači (dále jen RMZ), ten je plně kompatibilní s konstrukcí našeho školního zesilovače — ročníkové práce a posouvá ho na vyšší úroveň. Díky němu si můžeš rozšířit stávající stereofonní zesilovač o bezdrátové připojení BLUETOOTH. Hotový zesilovač pak snadno a rychle bezdrátově propojíš například se svým mobilním telefonem nebo notebookem a přehraješ si svůj oblíbený playlist z Apple Music, Spotify, nebo třeba z YouTube. Původní linkový vstup AUX (AUXILIARY) pro kabelové připojení, například s CD přehrávačem, zvukovou kartou či sluchátkovým výstupem notebooku, zůstává plně funkční a navíc je dokonce nedílnou součástí tohoto modulu. Mezi AUX vstupem a bezdrátovým připojením BLUETOOTH můžeš pohodlně přepínat pomocí jednoduchého přepínače.

Výroba tohoto modulu je zajímavá především proto, že plně využívá technologii SMD a je osazena na oboustranné desce plošných spojů. Díky tomu si vyzkoušíš osazování součástek dnes již běžně používaných v moderní elektronice a zároveň se prakticky seznámíš s novými technologiemi. Osazování a pájení probíhá na profesionálně vyrobené desce, kde má každá součástka vždy přesně své místo, což zaručuje čistý, precizní a kvalitní výsledek. RMZ je osazen moderními SMD součástkami, které jsou menší a lehčí než klasické THT součástky s nožičkami pro průchod deskou. Díky tomu zabírají méně místa, umožňují hustější a přehlednější osazení a celý projekt je tak kompaktnější a snazší pro výrobu. RMZ je navržen tak, aby se jednoduše upevnil na zadní stěnu zesilovače a snadno se připojil k jeho elektrické části. Pokud budeš pečlivá/ý a vyhneš se zbytečným chybám, zvládneš stavbu během jediného dne a navíc se z tebe stane nejen úspěšný konstruktér, ale i vítěz všech večírků.

Co je to vlastně technologie Bluetooth?

Bluetooth je bezdrátová technologie, která umožňuje přenos dat mezi zařízeními na krátkou vzdálenost, obvykle do 10 metrů. Pracuje v pásmu 2,4 GHz a slouží k propojení zařízení, jako jsou mobilní telefony, sluchátka nebo zesilovače, bez potřeby kabelů. Modul Bluetooth v zesilovači přijímá digitální audio signál z připojeného zařízení, dekóduje ho a převádí na analogový signál, který zesilovač následně zesiluje a přehrává. Bluetooth 4.2, který tento modul využívá, nabízí rychlejší přenos dat a lepší zabezpečení než předchozí verze. Pro přenos stereo zvuku se používají standardní profily, které zajišťují kvalitní a stabilní spojení. Díky tomu lze hudbu přehrávat pohodlně a bezdrátově, což výrazně zjednodušuje propojení se současnými zařízeními.

TECHNICKÁ SPECIFIKACE		
Napájecí napětí	:	DC 33 V
Odběr	:	45 mA (max)
Vstupní signál AUX	:	STEREO RCA LINE IN- 0,2 V–2 V (Hi-Level)
Bezdrátový příjem	:	Bluetooth 4.2
Protokol	:	HFPV1.7, A2DPV1.2, AVRCPV1.5, AVCTPV1.2, AVDTPV1.2
Výstupní signál AUX	:	útlum 0,05dB výstupní vf filtr 1,2 MHz – 3 dB
Výstupní signál BT	:	200 mV dolnopropustní filtr 60kHZ – 3 dB lineární zisk 6 dB výstupní VF filtr 1,2 MHz – 3 dB
Rozměry	:	š=83 mm, v=56 mm, h=11 mm



Srdcem celého našeho RMZ je Bluetooth přijímač **MH-M18** od blíže neznámého asijského výrobce, který však překvapí solidním zpracováním a čistým zvukovým výstupem. Za poměrně nízkou cenu (cca 20–45 Kč) získáme desku o rozměrech **23 × 16 mm**. Je napájen napětím **5 V** a poskytuje stereofonní nízkofrekvenční výstup, ovšem s relativně nízkým rozkmitem. Pro úplnou kompatibilitu s naší ročníkovou prací je proto nutné provést několik úprav, abychom z něj získali co nejvyšší výkon, zvuk v perfektní kvalitě a zároveň jej elegantně integrovali do školního zesilovače. S možným připojení USB FLASH, kterým modul disponuje není v tomto zapojení počítáno, avšak piny jsou vyvedeny na konektor **CON604** pro možné připojení v budoucnu.

Nákup komponentů k výrobě

V naší škole jsou k dispozici gerber data pro výrobu precizní desky plošných spojů k profesionální výrobě — například prostřednictvím služby JLCPCB . Samotný BT modul zakoupíš na Aliexpressu, nebo u českého dodavatele HADEX . Veškeré další součástky lze zakoupit nebo objednat v GME ideálně podle šestimístných objednacích čísel v SEZNAMU SOUČÁSTEK na konci tohoto manuálu.

Sestavení

Nejprve připájej k RMZ veškeré součástky SMD. Začni od nejmenších (pouzdro 1206) a postupuj k větším (IC, tranzistory), elektrolytické kondenzátory zapájej jako poslední. Veškeré součástky SMD pájej technologií horkého vzduchu každopádně jako první. Teprve po zapájení SMD součástek zapájíme součástky typu THT. Poslední zapájej relé RE601 a terminály RCA (CINCH) CON601 a CON602. Modul MH-M18 zatím neosazuješ, s tím vyčkáš až do kontroly měřením.

DŮLEŽITÉ: PŘI PÁJENÍ SMD ELEKTROLYTICKÝCH KONDENZÁTORŮ POUŽÍVEJ OCHRANNÉ BRÝLE!

Poznámka: pokud si troufneš, můžeš veškeré součástky včetně SMD zapájet na DPS RMZ mikropáječkou, při troše šikovnosti to jde velmi dobře.

První připojení a oživení

Osazenou DPS RMZ řádně očisti štětcem nebo zubním kartáčkem namočeným v izopropylalkoholu. Proveď řádnou optickou kontrolu nejlépe lupou, zda máš vše dobře připájeno a nemáš na desce zkrat. Zkontroluj ještě jednou správnost osazení součástek.

V případě, že je DPS osazena správně a pečlivě, zařízení zpravidla funguje ihned po prvním zapojení bez nutnosti dodatečného oživování či nastavování. Dodržením následujícího postupu minimalizuješ riziko poškození součástek v důsledku chyb způsobených nepozorností nebo nedbalostí při sestavování.

Na laboratorním zdroji nastav napětí **5 V** a omez maximální (zkratový) proud na **0,1 A**. Modul RMZ připoj ke zdroji přes **rezistor RX 100 Ω**. Na tento rezistor připoj voltmetr a měř odběr celého zařízení **nepřímou metodou** — podle Ohmova zákona platí, že úbytek **1 V** na rezistoru **RX** o hodnotě **100 Ω** odpovídá proudu **10 mA**.
Přepínač **SW601** nastav do polohy **OFF (zvolen vstup AUX)**. Odběr by v tomto stavu **neměl přesáhnout 15 mA**.

Pozvolna zvyšuj napětí na zdroji a průběžně sleduj odběr. Pokračuj až do napětí přibližně **33 V**. Správnou funkci zařízení ověříš následujícím měřením. V tomto bodě by již měla **svítit žlutá LED**.

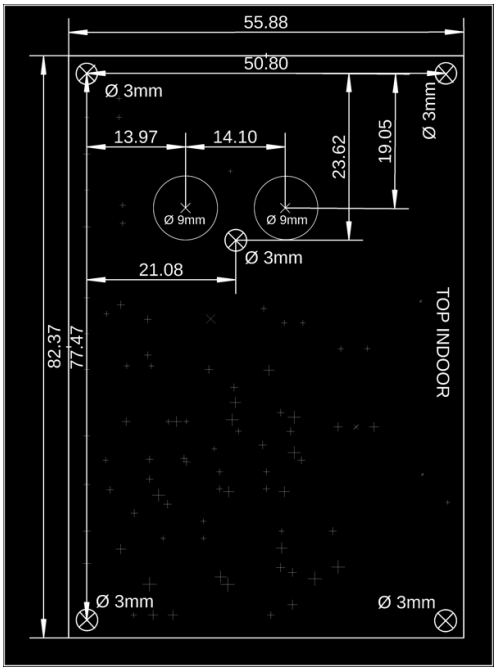
Sepnutím přepínače **SW601** do polohy ON se přepínač přepne do stavu BT, žlutá LED zhasne a rozsvítí se modrá LED, odběr zařízení by neměl přesáhnou **30 mA.**

Pokud je tomu tak, připájej k RMZ modul přijímače BT **MH-M18** a celý výrobek připoj přímo na laboratorní zdroj 33 V. Nyní potvrď **přítomnost napětí na klíčových bodech** obvodu podle tabulky:

	přepnuto na	přepnuto na
Pozice měření	**VSTUP AUX**	**VSTUP BT**
KOLEKTOR C601	33	33
EMITOR T601	2,5	5
EMITOR T603	24	24
PIN 1 IC602	12	12
PIN 3 IC602	12	12
PIN 6 IC602	12	12
PIN 7 IC602	12	12
PIN8 IC602	24	24
KATODA D601	0	33

Jakmile ověříš přítomnost všech napětí můžeš modul přepínače vstupů – RMZ připojit k ročníkové práci a ověřit funkčnost akustickou zkouškou.

Montáž a připojení k zesilovači



RMZ připevni pomocí distančních sloupků se závitem **M3** a výškou **5 mm** do středu zadní stěny co možná nejdále od transformátoru. Do zadní stěny vyvrtej pět otvorů **Ø3** mm pro uchycení desky (čtyři v rozích, jeden ve středu) a další otvory pro vstupní konektory RCA (CINCH). Desku osadíme tak, aby anténa přijímače **BT MH-M18** směřovala nahoru. Nápis **TOP INDOOR** na DPS je jasná pomůcka. Modrá a žlutá led mají spojené katody, stačí tedy pro jejich propojení 3 vodiče, můžeš také použít dvojitou LED se společnou katodou. Spínač **SW601** je libovolný jednoduchý vypínač nebo přepínač s aretací **ON-OFF SWITCH**, k propojení nám stačí pouze 2 vodiče. Výstup audio signálu propoj s předzesilovači stíněným kabelem. Napájení **+33 V** a **2xGND** připoj přímo k hlavním filtračním kondenzátorům **C503A** a **C503B** a do centrálního zemnícího bodu na modulu napájecího zdroje. K napájení GND použij vodiče průřezu minimálně **0,5 mm²**.

Návod k použití — obsluha

Po zapnutí zesilovače se automaticky aktivuje modul přepínače vstupů RMZ. Pomocí přepínače **SW601** lze volit mezi dvěma režimy: **AUX** a **BT (Bluetooth)**.

Vstup AUX

Vstup AUX slouží pro vstup audio signálu z libovolného zařízení vybaveného výstupem AUDIO OUT — například počítač, CD/DVD přehrávač, televizor nebo tuner.
Zesilovač je vybaven konektory RCA (CINCH), které odpovídají normovanému rozestupu pro připojení běžných audio zařízení.
Aktivace vstupu AUX je indikována žlutou LED diodou.

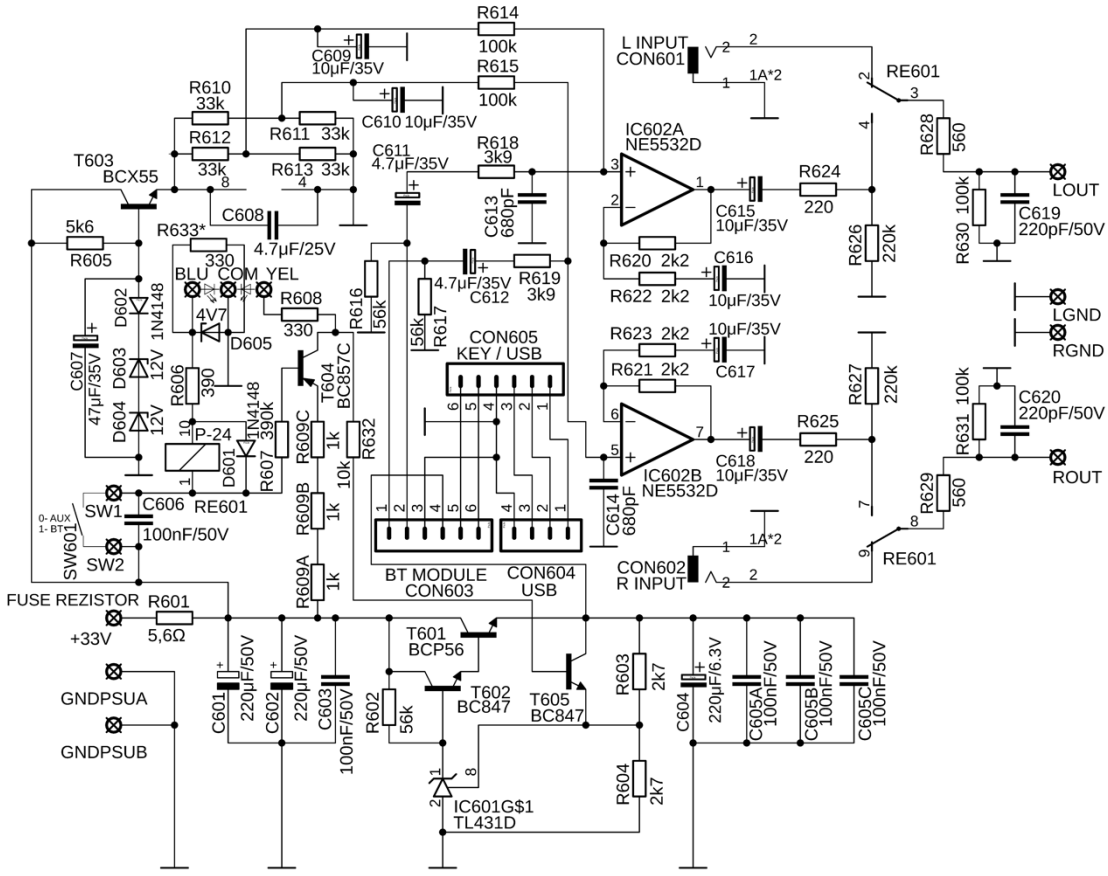
Vstup BT (Bluetooth)

Bluetooth režim se aktivuje přepnutím přepínače **SW601**. Aktivaci BT potvrzuje **modrá LED dioda** a **uvítací melodie**.
Bezdrátový přenos audio signálu je možný ze zařízení jako mobilní telefon, notebook, tablet apod.

V seznamu Bluetooth zařízení se zesilovač identifikuje jako **XWF-M18-M28-M38**. Po úspěšném připojení lze bezdrátové spojení ihned používat.
Po přepnutí na vstup **AUX** dojde k automatickému odpojení napájení rádiového (BT) přijímače. Modul se tím stává neaktivním a není viditelný v seznamu dostupných zařízení.

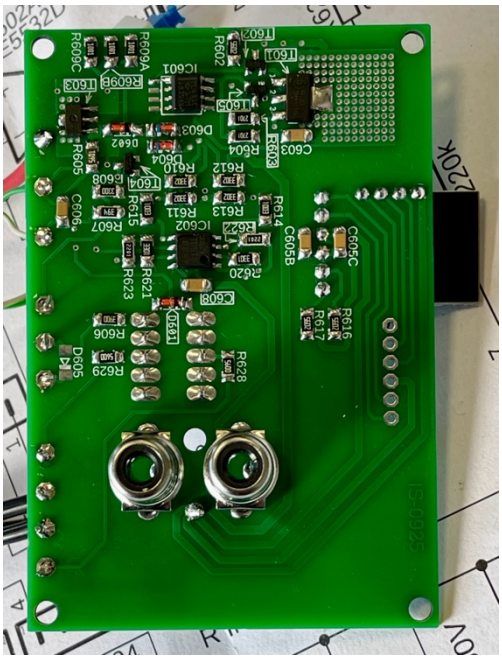
Poznámka: Pokud si uživatel přeje, aby byl **Bluetooth modul aktivní po celou dobu zapnutí zesilovače** — například pro okamžité přehrávání hudby po přepnutí zpět na BT vstup, stačí **neosazovat součástky R632 a T605**. V tomto případě zůstává rádiový modul BT aktivní — **trvale pod napětím**, bez ohledu na zvolený vstup.

Schéma zapojení RMZ



Popis zapojení RMZ

Napájecí část



RMZ — přepínač vstupů je napájen z usměrněného a vyfiltrovaného napětí pro koncové stupně **33 V**, přivedeného přímo na pady **+33 V** a **GND PSU**. Pro maximální stabilitu doporučujeme připojení přímo na hlavní filtrační kondenzátory napájecího zdroje (**C503A** a **C503B**), kde je k dispozici nejčistší stejnosměrné napětí s minimálním zvlněním a rušením.
Toto napětí je dofiltrováno kondenzátory **C601** a **C602**, které zajišťují dodatečné potlačení zvlnění. Pro eliminaci vysokofrekvenčního rušení je paralelně připojen keramický kondenzátor **C603** typu X7R, který zajišťuje účinnou filtraci i při dynamických změnách zátěže.

Stabilizovaný zdroj napětí 5 V pro modul BT MH-M18

Stabilizační obvod tvořený tranzistory **T601** a **T602** v darlingtonově zapojení, které poskytuje vysoký proudový zesilovací činitel (β celkový ≈ $\beta_1 \times \beta_2$) a nízký vstupní proud do báze. Tento pár pracuje jako výkonový regulátor napětí, jehož výstup je veden z emitoru **T601**. Do báze darlingtonu je přivedeno referenční napětí generované obvodem **TL431 (IC601)**, který zde hraje roli aktivní zenerovy diody s řízeným referenčním vstupem. **TL431** je připojen tak, že jeho katoda vede do báze darlingtonu, anoda na GND, a referenční vstup (REF) je řízen děličem požadovaného výstupního napětí.
TL431 je nastavitelný referenční stabilizátor napětí – chová se jako aktivní zenerova dioda, ale s možností nastavit výstupní napětí pomocí vnějšího děliče.

- Má tři vývody: K (katoda), A (anoda), REF (referenční vstup).
- Vnitřní referenční napětí je 2,495 V (typicky), s přesností ±1 % nebo ±0,5 % podle verze.

Výstupní napětí se určuje podle děliče připojeného na REF:
$U_{OUT} = U_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R603}{R604}\right)$ V našem případě tedy výstupní napětí činí přesně 4,995 V, které přímo přivádíme na Bluetooth modul **MH-M18**. K cestě modulu jsou navíc paralelně připojeny filtrační kondenzátory **C604** a **C605A**, **B** a **C**, které zajišťují stabilní napájení a potlačují VF rušení.
Proudový odběr Bluetooth modulu je přibližně **20 mA**. Vzhledem k významnému úbytku napětí na tranzistoru **T601** vzniká i při tak nízkém odběru relativně velký ztrátový výkon $P_z = U_{CE} \cdot I_E = 28\,V \cdot 0{,}02\,A = 0{,}56\,W$
Z tohoto důvodu je nezbytné tranzistor řádně chladit. O chlazení se stará konstrukce desky plošných spojů, kde plocha obou vrstev funguje jako chladič a je spojena velkým množstvím propojek (VIA), které efektivně odvádějí vzniklé teplo.

Stabilizovaný zdroj napětí 24 V pro předzesilovač

Dalším potřebným napětím je stabilizované napětí **24 V** pro napájení operačního zesilovače k zesílení signálu a zajištění dostatečného výstupního signálu. K tomu slouží již osvědčené zapojení. Stabilizaci výstupního napětí **24 V** zajišťuje tranzistor **T603,** který je zapojen jako sériový napěťový regulátor v konfiguraci emitorového sledovače. Vstupní napětí je přivedeno na jeho kolektor. Výstupní napětí na emitoru kopíruje referenční napětí na bázi, snížené o úbytek napětí na přechodu báze–emitor (cca **0,7 V**). Referenční napětí vytváří sériově zapojené Zenerovy diody **D603 a D604** v sérii s klasickou diodou **D602**. Při průchodu proudu přibližně **1 mA** přes rezistor **R605** je na bázi tranzistoru napětí **24,7 V**. Na výstupu (emitoru **T603**) pak získáme stabilní napětí **24 V** vhodné pro napájení operačního zesilovače

IC602. Dodatečná filtrace referenčního napětí je zajištěna kondenzátorem **C607**. Na výstupu stabilizátoru je osazen kondenzátor **C608** pro dodatečné filtrování.

Obvod pracovního bodu — virtuální nula

Vzhledem k tomu, že operační zesilovač je napájen nesymetrickým napětím, je nezbytné vytvořit pracovní bod zvaný virtuální nula. Tento pracovní bod je realizován pomocí odporových děličů: rezistory **R610** a **R611** pro pravý kanál a rezistory **R612** a **R613** pro levý kanál.
Polovina napájecího napětí je vyfiltrována kondenzátory **C609** a **C610** a následně je přes rezistory **R614** a **R615** přivedena přímo na neinvertující vstupy operačních zesilovačů. Tímto způsobem je zajištěno stabilní pracovní napětí a optimální podmínky pro dokonalý rozkmit signálu.

Předzesilovače s duálním operačním zesilovačem

Výstupní signál z Bluetooth modulu **MH-M18** má příliš malý rozkmit — jeho výstupní napětí dosahuje přibližně jen **100 mV**, což k dostatečnému vybuzení školního zesilovače nestačí. Proto je nutné tento signál zesílit. To nám zajišťuje operační zesilovač **NE5532D**, je to nízkošumový dvojitý operační zesilovač v SMD pouzdře, používaný hlavně v Hi-Fi audio zařízeních.
Nejprve zatížíme výstup BT modulu rezistory **R616** a **R617**, čímž zajistíme optimální pracovní podmínky. Elektrolytické kondenzátory **C611** a **C612** slouží k blokaci stejnosměrné složky z pracovního bodu operačního zesilovače, čímž chrání modul **MH-M18** před případným poškozením.
Před samotným vstupem signálu do neinvertujícího vstupu operačního zesilovače je ještě zařazen dolnopropustní filtr, tvořený RC články **R619–C614** pro pravý kanál a **R618–C613** pro levý kanál, mezní kmitočet je nastaven přibližně na **60kHZ (-3 dB)**, toto zajišťuje stabilitu a čistotu signálu, při případném vysokofrekvenčním rušení, které je v případě dnešních bezdrátových komunikací naprosto běžné. Operační zesilovač je zapojen jako neinvertují zesilovač se zápornou zpětnou vazbou tvořenou rezistory **R621-R623** v pravém kanálu a **R620-622** v levém kanálu, poměr těchto rezistorů nám určuje napěťové zesílení dle vztahu
$A_u = 1 + \frac{R_{621}}{R_{623}}$ pro pravý kanál a $A_u = 1 + \frac{R_{620}}{R_{622}}$ pro levý kanál
napěťové zesílení **Au** je tedy **2** u každého kanálu.
Přepočtem na **dB** dle vztahu $G = 20 \cdot \log_{10}(A_u) = 20 \cdot \log_{10}(2) \approx 6\text{dB}$, můžeme říct, že máme stereofonní lineární nízkofrekvenční (před)zesilovač se ziskem **6 dB** na kanál.
V obvodu záporné zpětné vazby operačního zesilovače je rezistor **R623 a R622** zapojen v sérii s elektrolytickým kondenzátorem **C617 a C616** o kapacitě **10 µF**. Tato kombinace tvoří AC zpětnou vazbu, která blokuje stejnosměrnou složku signálu. Díky tomu zesilovač zesiluje pouze střídavé složky, zatímco DC složky nejsou zesilovány – jednoduše neprojdou.
Mezní frekvence této vazby dle vztahu

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 2200 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} \approx \frac{1}{0{,}138} \approx 7{,}25\ \text{Hz}$$

je přibližně **7,25 Hz (-3 dB)**. To zajišťuje dokonalou přenosovou charakteristiku v celém audio pásmu, včetně hlubokých frekvencí. Kondenzátory **C616** a **C617** ve zpětné vazbě jsou v případě nesymetrického napájení nezbytné, protože zabraňují zesílení stejnosměrné složky na neinvertujícím vstupu operačního zesilovače, která je zde nezbytně nutná, protože nám nastavuje pracovní bod – virtuální nulu. Výstupy zesíleného signálu jsou vyvedeny z pinů **7** a **1** operačního zesilovače a vedou přes vazební kondenzátory **C618** a **C615**. Tyto kondenzátory slouží k oddělení pracovní stejnosměrné složky na výstupech OZ, kde se nachází přibližně polovina napájecího napětí, tedy kolem **12 V**.

Přepínač vstupů – kontakty relé

Celý produkt nejenže připravuje a přizpůsobuje rádiové rozhraní Bluetooth pro náš školní zesilovač, ale zároveň umožňuje připojení kabelového linkového vstupu **AUX** prostřednictvím konektorů **CON601** a **CON602 RCA (CINCH)**. Přepínání mezi vstupy Bluetooth a AUX zajišťuje malé signálové relé **RE601**. Do relé jsou přiváděny jak upravený signál z Bluetooth modulu **MH-M18**, tak i stereofonní signál z externího zdroje (linkový vstup). Pomocí dvojice přepínacích kontaktů relé pak volíme, který ze signálů bude průchozí a připojený na výstup. Přímo na výstupu jsou osazeny ještě dodatečně výstupní filtry tvořené **RC** články **R629 – C620** a **R628 – C619**. Tyto filtry slouží k potlačení nežádoucího vysokofrekvenčního rušení pocházejícího z Bluetooth přenosu, což zajišťuje čistší a stabilnější výstupní signál.

Ovládání relé – logika přepínání

V zařízení je použito malé signálové relé **RE601** s DC cívkou s jmenovitým napětím **24 V** a dvojicí přepínacích kontaktů. V klidové poloze (**NC**) je na výstupní svorky přiveden linkový vstup z konektorů **RCA (CINCH)**. V aktivní poloze (**NO**) dojde k přepnutí signálu z **AUX** na **Bluetooth**.

Relé aktivujeme sepnutím externího spínače **SW601**, přičemž proud prochází cívkou relé přes rezistor **R606** a **modrou LED**, která zároveň signalizuje aktivaci Bluetooth rozhraní. Celý obvod je navržen tak, aby na relé vznikl úbytek napětí **24 V**. Zenerova dioda **D605** zajišťuje správnou funkci obvodu v případě, že **modrá LED** signalizující provoz Bluetooth není připojena, je poškozená, je s ní manipulováno, nebo je přerušená. Zenerovo napětí diody **D605** je zvoleno těsně nad úbytek napětí **modré LED**. Dioda **D601**, připojená paralelně k cívce relé, slouží k potlačení indukčních napěťových špiček vznikajících při vypínání cívky. Kondenzátor **C606** potlačuje indukční oblouk vznikající při vypnutí spínače a tím chrání jeho kontakty před opotřebením. V okamžiku přepnutí na **AUX** — rozpojení kontaktů spínače **SW601** dojde k odpojení napájení cívky relé, což způsobí návrat kotvy relé do klidové polohy (**NC**) a přepnutí na vstup **AUX**. **Modrá LED** zhasne a dojde k otevření tranzistoru **T604** přes rezistor **T607**, směřujícím k záporné části obvodu, tím dojde k rozsvícení žluté **LED (YEL)** signalizující provoz přes vstup **AUX**. Současně se s tranzistorem **T604** při aktivaci vstupu **AUX** otevře také tranzistor **T605**, který zkratuje rezistor **R603**, čímž na výstupu **5 V** napájení Bluetooth modulu poklesne napětí pod provozní úroveň — tím je Bluetooth modul deaktivován a odpojí se od připojených zařízení.

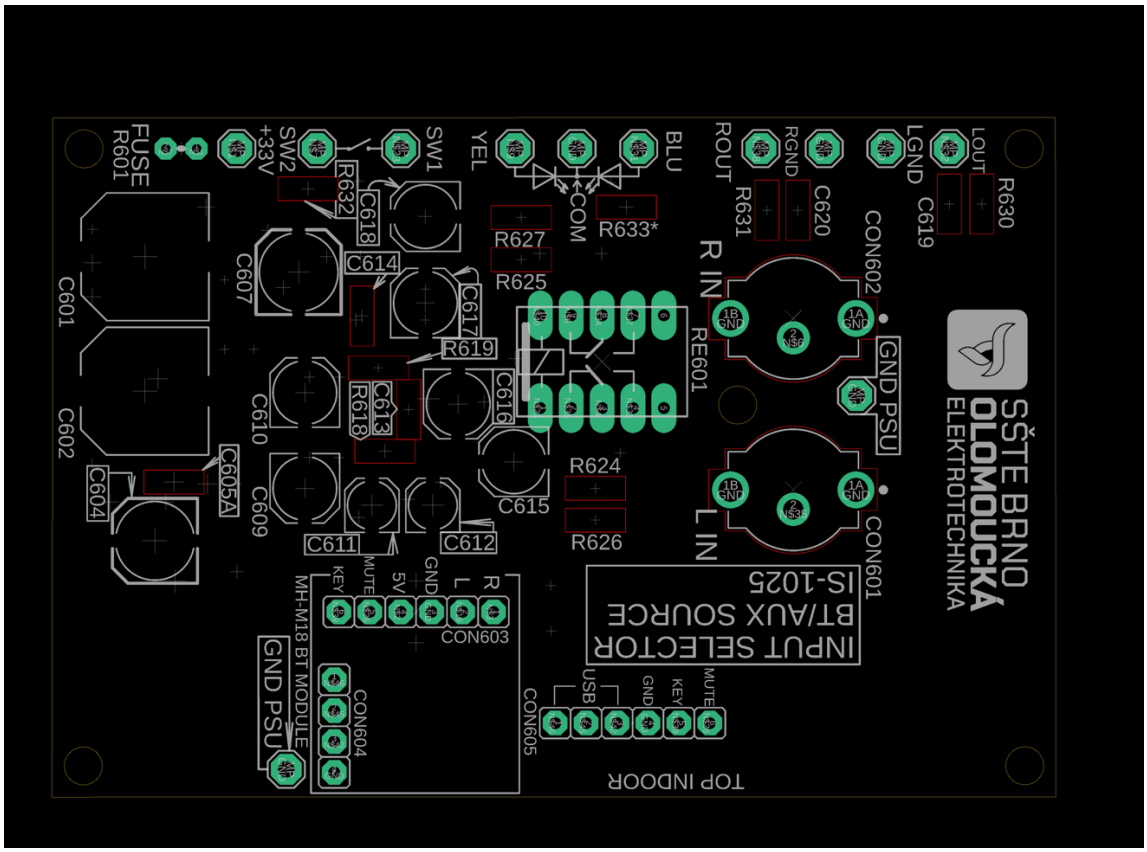
Poznámka k LED: vzhledem k omezené dostupnosti modrých LED s nízkou svítivostí (typicky jednotky mcd), které by byly vhodné pro decentní panelovou indikaci, a s ohledem na skutečnost, že běžně dostupné typy mají výrazně vyšší jas, doporučujeme následující osvědčené řešení:

Při použití **intenzivně svítící modré LED** lze její jas účinně snížit pomocí paralelně připojeného rezistoru **R633**. Tento rezistor nezasahuje do funkce zapojení, ale odvádí část proudu mimo LED, čímž dochází ke snížení její svítivosti bez ovlivnění logiky obvodu. Alternativní řešení, jako je sériové zapojení rezistoru, je také možné, jakou variantu zkusíš, je na tvé fantazii, zenerka **D605** zajistí maximální úbytek v obvodu určeném pro modrou LED, aby zajistila správnou funkci relé **RE601** .

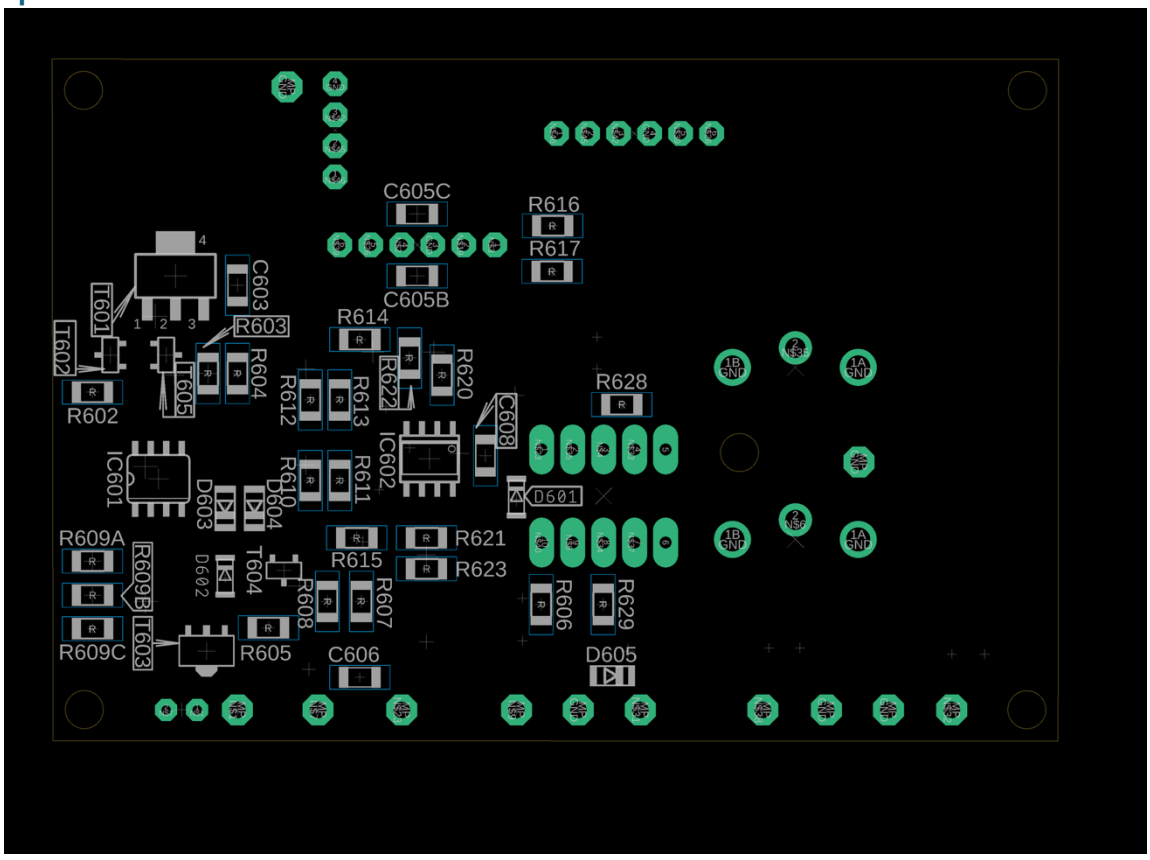
Doporučená hodnota rezistoru **R633** se pohybuje v řádu stovek ohmů; jako optimální se v praxi osvědčila hodnota **330 Ω**. Pokud je svit modré LED přirozeně slabý a neobtěžuje, rezistor **R633** neosazuj. Vzhledem k tomu, že při použití RMZ bude vždy svítit některá z LED (modrá nebo žlutá) signalizující aktivní vstup, je zbytečné, aby v zesilovači setrvala původní zelená LED signalizující provoz zesilovače.

Osazovací plán RMZ

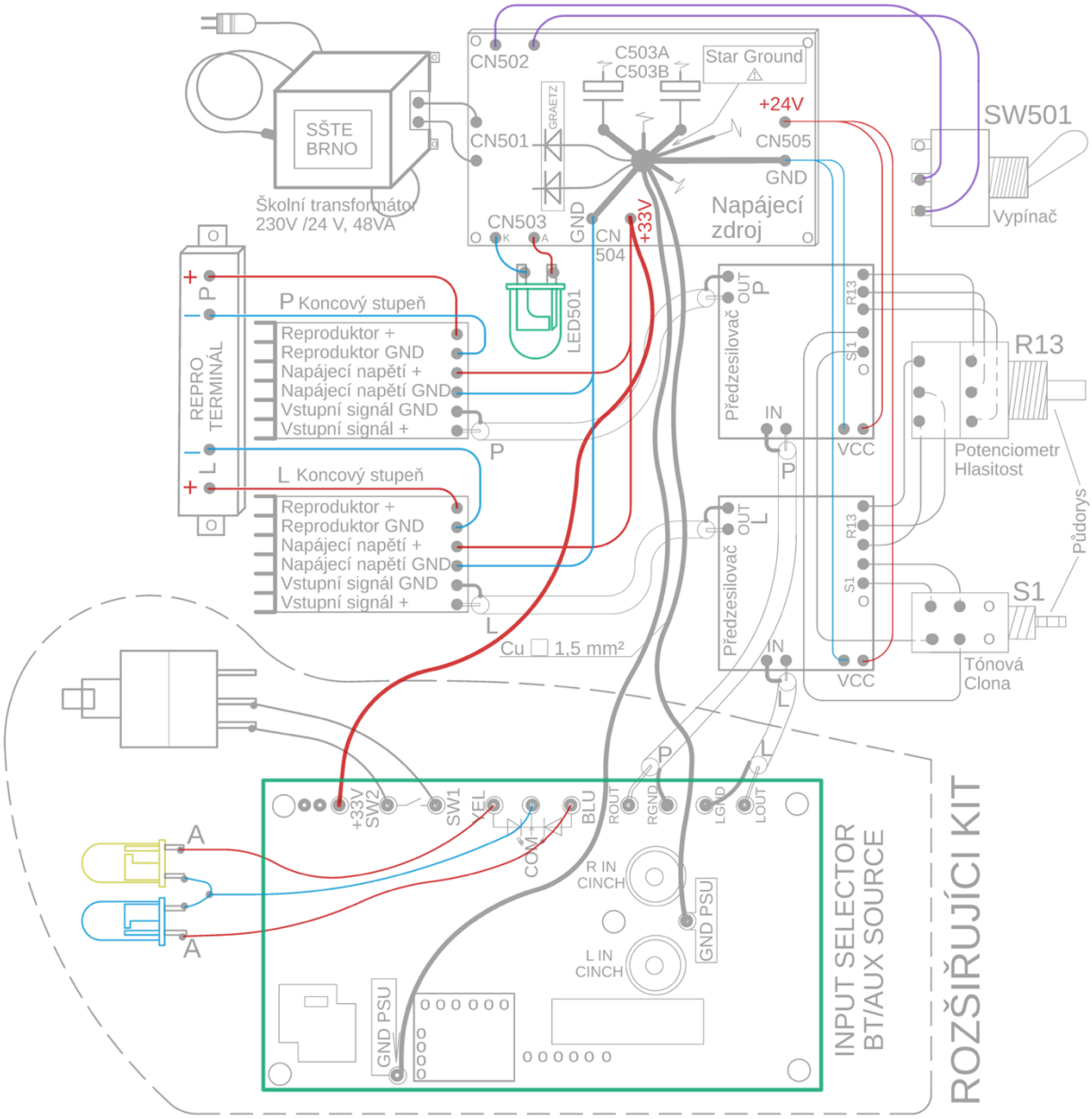
Vrchní strana



Spodní strana



Blokové schéma připojení RMZ ke školnímu zesilovači



Užitečné odkazy

BT modul MH-M18 z Ali a tuzemského HADEX

JLCPCB

GME

SEZNAM SOUČÁSTEK

POZIČNÍ Č.	NÁZEV DÍLU	HODNOTA / TYPOVÉ OZNAČENÍ	OBJEDNACÍ ČÍSLO GME	POUZDRO / POZN.
RE601	RELAY	**P-24**	634-313	24V DC
CON601	RCA / CINCH CONNECTOR	K366E	808-022	BLACK
CON602	RCA / CINCH CONNECTOR	K366E	808-022	BLACK
CON603	PIN HEADER (2.54 mm pitch)	**S1G06**	832-363	–
CON604	PIN HEADER (2.54 mm pitch)	S1G04	832-363	–
CON605	PIN HEADER (2.54 mm pitch)	**S1G06**	832-363	OPTIONAL
SW1	ON-OFF SWITCH	–	–	ANY TYPE
POLOVODIČE				
IC601	ADJUST REGULATOR TI	TL431CDR	934-007	SOIC8
IC602	OPERATION AMPLIFIER TI	NE5532DR	926-016	SOIC8
T601	TRANSISTOR; NPN; 80V; 1A	BCP56-16T	912-085	SOT223
T602	TRANSISTOR NPN; 50V; 0,1A	BC847C	912-017	S023
T603	TRANSISTOR NPN; 60V; 1A	BCX55	912-036	SOT89
T604	TRANSISTOR PNP; 50V; 0,1A	BC857C	912-112	S023
T605	TRANSISTOR NPN; 50V; 0,1A	BC847C	912-017	S023
D601	DIODE 75V; 150 mA	LL4148	917-001	SOD80
D602	DIODE 75V; 150 mA	LL4148	917-001	SOD80
D603	ZENER. DIODE 12V; 42mA; 0,5W	BZV55-C12	919-049	SOD80
D604	ZENER. DIODE 12V; 42mA; 0,5W	BZV55-C12	919-049	SOD80
D605	ZENER. DIODE 4,7V; 106mA; 0,5W	BZV55-C4,7	919-128	SOD80
LED BLU*	LED – BLUE 10-50 mcd	**TYPE OPTIONAL**	–	ANY TYPE
LED YEL	LED – YELOW 10-50 mcd	**TYPE OPTIONAL**	–	ANY TYPE
	***viz text**			
RESISTORY				
R601	RESISTOR 0,6W METAL	5,6Ω	110-019	0207 THT
R602	RESISTOR 0,25W 1%	56kΩ	900-186	1206
R603	RESISTOR 0,25W 1%	2,7kΩ	900-182	1206
R604	RESISTOR 0,25W 1%	2,7kΩ	900-182	1206
R605	RESISTOR 0,25W 1%	5,6kΩ	900-176	1206
R606	RESISTOR 0,25W 1%	390Ω	900-332	1206
R607	RESISTOR 0,25W 1%	390kΩ	900-094	1206
R608	RESISTOR 0,25W 1%	330Ω	900-310	1206
R609A	RESISTOR 0,25W 1%	1kΩ	900-191	1206
R609B	RESISTOR 0,25W 1%	1kΩ	900-191	1206
R609C	RESISTOR 0,25W 1%	1kΩ	900-191	1206
R610	RESISTOR 0,25W 1%	33kΩ	900-223	1206
R611	RESISTOR 0,25W 1%	33kΩ	900-223	1206
R612	RESISTOR 0,25W 1%	33kΩ	900-223	1206
R613	RESISTOR 0,25W 1%	33kΩ	900-223	1206
R614	RESISTOR 0,25W 1%	100kΩ	900-002	1206
R615	RESISTOR 0,25W 1%	100kΩ	900-002	1206
R616	RESISTOR 0,25W 1%	56kΩ	900-186	1206
R617	RESISTOR 0,25W 1%	56kΩ	900-186	1206
R618	RESISTOR 0,25W 1%	3,9kΩ	900-208	1206
R619	RESISTOR 0,25W 1%	3,9kΩ	900-208	1206
R620	RESISTOR 0,25W 1%	2,2kΩ	900-197	1206
R621	RESISTOR 0,25W 1%	2,2kΩ	900-197	1206
R622	RESISTOR 0,25W 1%	2,2kΩ	900-197	1206
R623	RESISTOR 0,25W 1%	2,2kΩ	900-197	1206
R624	RESISTOR 0,25W 1%	220Ω	900-295	1206
R625	RESISTOR 0,25W 1%	220Ω	900-295	1206
R626	RESISTOR 0,25W 1%	220kΩ	900-275	1206
R627	RESISTOR 0,25W 1%	220kΩ	900-275	1206
R628	RESISTOR 0,25W 1%	560Ω	900-202	1206
R629	RESISTOR 0,25W 1%	560Ω	900-202	1206
R630	RESISTOR 0,25W 1%	100kΩ	900-002	1206
R631	RESISTOR 0,25W 1%	100kΩ	900-002	1206

R632	RESISTOR 0,25W 1%	**10kΩ**	**900-179**	1206
R633*	RESISTOR 0,25W 1%	**330Ω**	**900-310**	1206
	***viz text**			
KONDENZÁTORY				
C601	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**220µF/50V**	**908-019**	Ø10mm; RM=11(4,5)mm
C602	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**220µF/50V**	**908-019**	Ø10mm; RM=11(4,5)mm
C603	CERAMIC CAPACITOR X7R	**100nF/50V**	**905-081**	1206
C604	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**220µF/6,3V**	**908-135**	Ø6,3mm; RM=7,2(2)mm
C605A	CERAMIC CAPACITOR X7R	**100nF/50V**	**905-081**	1206
C605B	CERAMIC CAPACITOR X7R	**100nF/50V**	**905-081**	1206
C605C	CERAMIC CAPACITOR X7R	**100nF/50V**	**905-081**	1206
C606	CERAMIC CAPACITOR X7R	**100nF/50V**	**905-081**	1206
C607	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**47µF/35V**	**908-022**	Ø6,3mm; RM=7,2(2)mm
C608	CERAMIC CAPACITOR X7R	**1µF/35V**	**905-014**	1206
C609	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C610	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C611	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**4,7µF/35V**	**908-162**	Ø4mm; RM=5,1(1)mm
C612	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**4,7µF/35V**	**908-162**	Ø4mm; RM=5,1(1)mm
C613	CERAMIC CAPACITOR X7R	**680pF/50V**	**905-049**	1206
C614	CERAMIC CAPACITOR X7R	**680pF/50V**	**905-049**	1206
C615	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C616	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C617	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C618	ELECTROLYTIC CAPACITOR	**10µF/35V**	**908-003**	Ø5mm; RM=5,5(1)mm
C619	CERAMIC CAPACITOR X7R	**220pF/50V**	**905-105**	1206
C620	CERAMIC CAPACITOR X7R	**220pF/50V**	**905-105**	1206
	BT MODULE MH-M18	**ALIEXPRESS, HADEX**		

Poznámky: