



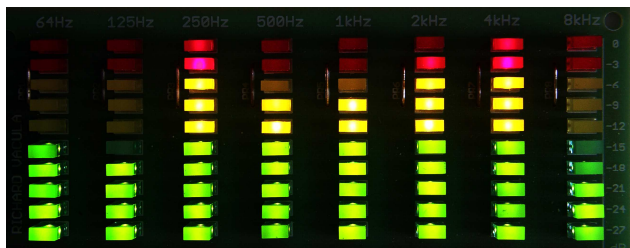
# Audio spectrum analyzer ... 8-mi pásmový indikátor vybuzení

**PT041**

Napájecí napětí: 9 až 15V | Proudový odběr: max. 1A | Vstupní citlivost: nastavitelná 100mV - 2V | Vstupní odpor: min. 4kΩ  
Indikace úrovně audio signálu: logaritmická -27dB až 0dB v pásmech 64, 125, 250, 500Hz; 1, 2, 4, 8kHz | Rozměry DPS: 184 x 83 mm

RICHARD VACULA, [richard.vacula@tipa.eu](mailto:richard.vacula@tipa.eu)

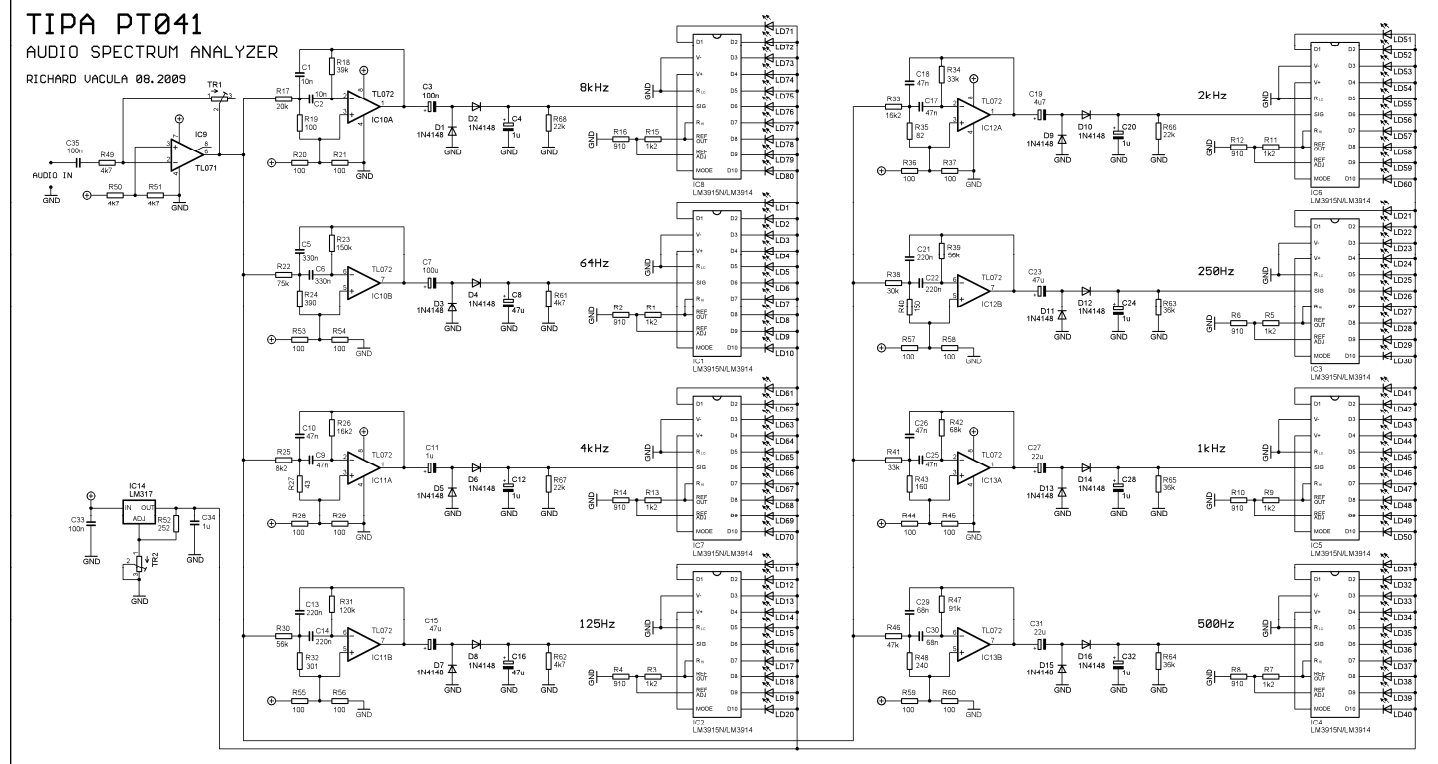
[youtube.com/stavebnicetipa](https://youtube.com/stavebnicetipa), [facebook.com/stavebnicetipa](https://facebook.com/stavebnicetipa), [stavebnice.tipa.eu](https://stavebnice.tipa.eu)



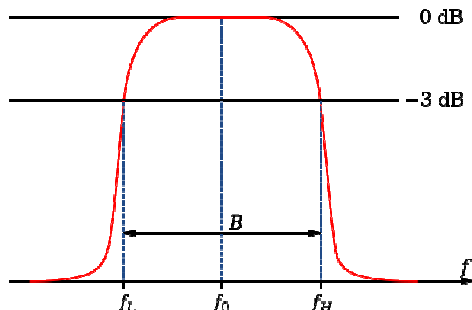
Zakoupili jste si stavebnici analogového spektrálního analyzátoru, neboli indikátoru vybuzení pro 8 frekvenčních pásem 64Hz až 8kHz. Při stavbě se můžete rozhodnout, zdali chcete použít indikaci pásovou (na obrázku) nebo bodovou (v daném okamžiku svítí pouze jedna dioda ze sloupce). Bodová indikace je až 10x úspornější na proudový odběr zařízení, pásová je naopak, zvláště v noci, efektnější.

Poslední revize: 8. 2016

## Popis zapojení



Zapojení stojí a padá s analogovým zesilováním a filtrováním audio signálů pomocí operačních zesilovačů. Audio signál je nejprve zesílen a impedančně oddělen zapojením s operačním zesilovačem IC9 TL071. Zápornou zpětnou vazbu (a tedy zesílení signálu) ovlivňuje trimr TR1 680k. Kolikrát bude IC9 zesilovat vstupní signál, si můžete spočítat podle vzorce  $A = -TR1/R49$ . Zesílení je pro nás záporné, jelikož je vstupní signál zesilovačem invertován (kladná půlvlna signálu se stává zápornou a naopak). Při zkušebních výpočtech dojdete k jednoduchému závěru – čím je odpor trimru menší, tím je silnější záporná zpětná vazba zesilovače a o to je menší jeho zesílení (a tím i vstupní citlivost celého zařízení).



Námi zesílený (případně i zeslabený) audio signál přivádíme na osm aktivních pásmových propustí. Úkolem takové propusti je **propustit** jen určitou frekvenční složku vstupního signálu a ostatní co nejvíce ztlumit. Kvalitu neboli strmost pásmové propusti určujeme pomocí bezrozměrného koeficientu Q, v případě našich filtrů je Q rovno 10. Čím vyšší je hodnota Q, tím je filtr strmější a tím užší frekvenční pásmo propouští. Pomocí vzorce pro šířku propustního pásma  $B = f/Q$  [Hz] zjistíme, jaké signály jsou filtrem propuštěny a které naopak výrazně potlačovány. Pro jednoduchost si vyberme pásmovou propust pro  $f = 1\text{kHz}$ . Šířka propustního pásma pak bude  $B = 1\text{kHz}/10$ , tedy  $B = 100\text{Hz}$ . To znamená, že tento filtr propustí pouze signály, jejichž frekvence se pohybují od 950 do 1050Hz ( $f_L = f - B/2$ ,  $f_H = f + B/2$ ).

Zjednodušeně řečeno pomocí osmi filtrů rozporcujeme signál na osm dílů podle frekvence. Každý „díl“, neboli nově vzniklý signál, poté usměrníme, čímž nám vznikne pouze amplitudová obálka určující intenzitu signálu v danou chvíli. Tento **usměrněný** audio signál poté přivádíme na vstup logaritmického indikátoru vybuzení LM3915, který podle napěťové úrovně přiváděného signálu rozsvěcuje 0 – 10 LED diod. Díky této řezničině, tedy filtrování (porcování) signálu, můžeme zobrazovat zvlášť intenzitu hloubek, středů, až výšek. Baskytara bude ovlivňovat první dva LED sloupce (64, 125Hz), zatímco činely a jiná chrástítka ovlivní indikaci posledních dvou LED sloupců (4, 8kHz). Kytara se naopak ujme především středního pásma. Chování sestavené stavebnice si můžete prohlédnout také na našem kanálu Youtube.

Zapojení filtrů bylo navrženo pomocí javascriptového kalkulatoru <http://www.captain.at/electronics/active-filter/>. Poté probíhaly simulace a doladování usměrňovače v SW TINA tak, aby konečné zesílení po usměrnění bylo u všech filtrů stejné ( $A=1$ ). Za usměrňovačem jsou různě koncipované zpozdovací RC členy (např. R68 a C4), které „ustalují“ jinak divoký průběh usměrněného napětí. Tím zajistíme, že se LED diody rozsvěčují a zhasínají plynule, tedy žádná rychle přeblikávající divočina.

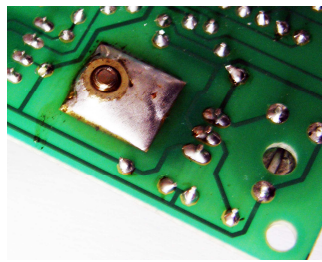
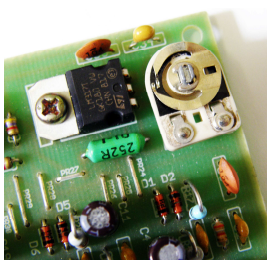
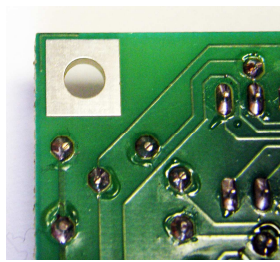
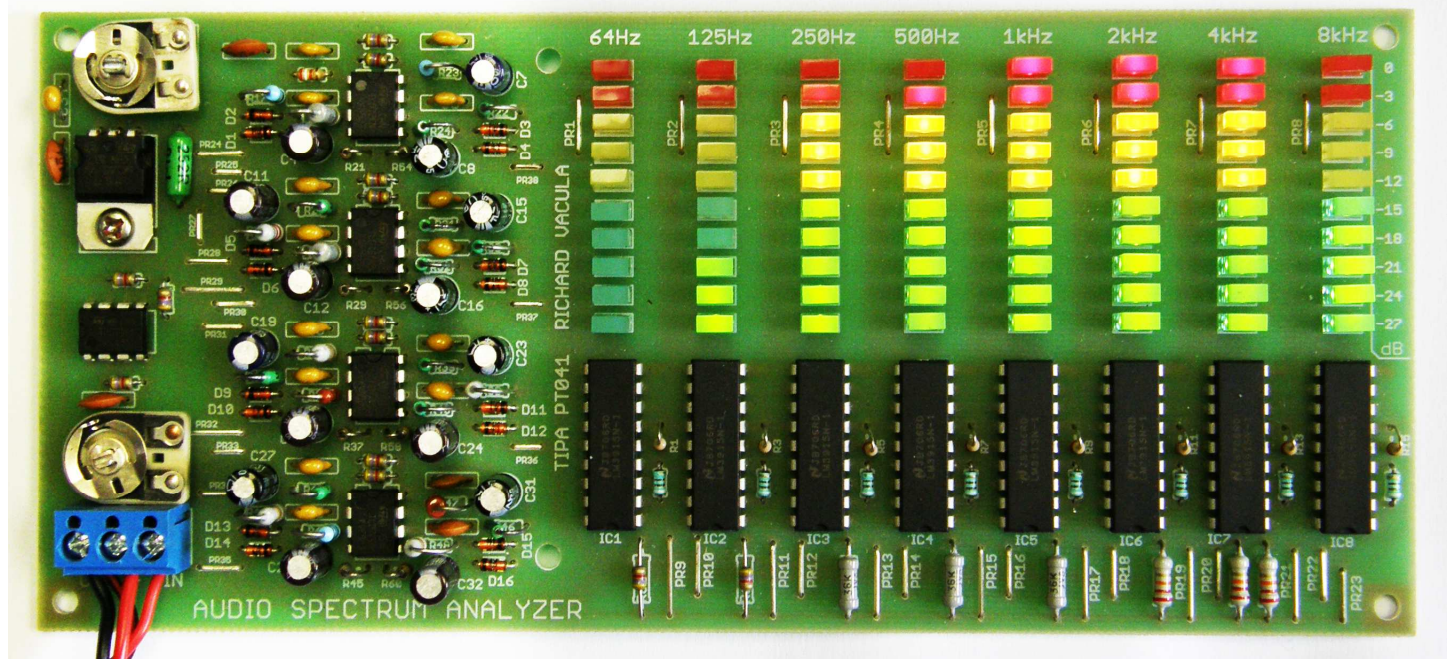
Odporů 910Ω a 1kΩ určují svým poměrem vstupní citlivost obvodu LM3915. Pokud budete chtít indikovat některé složky (frekv. pásma) signálu citlivěji, než ostatní, přepájejte odpor 910Ω na nižší hodnotu. Podrobnosti o chování obvodu LM3915 naleznete například na [www.datasheetarchive.com](http://www.datasheetarchive.com).



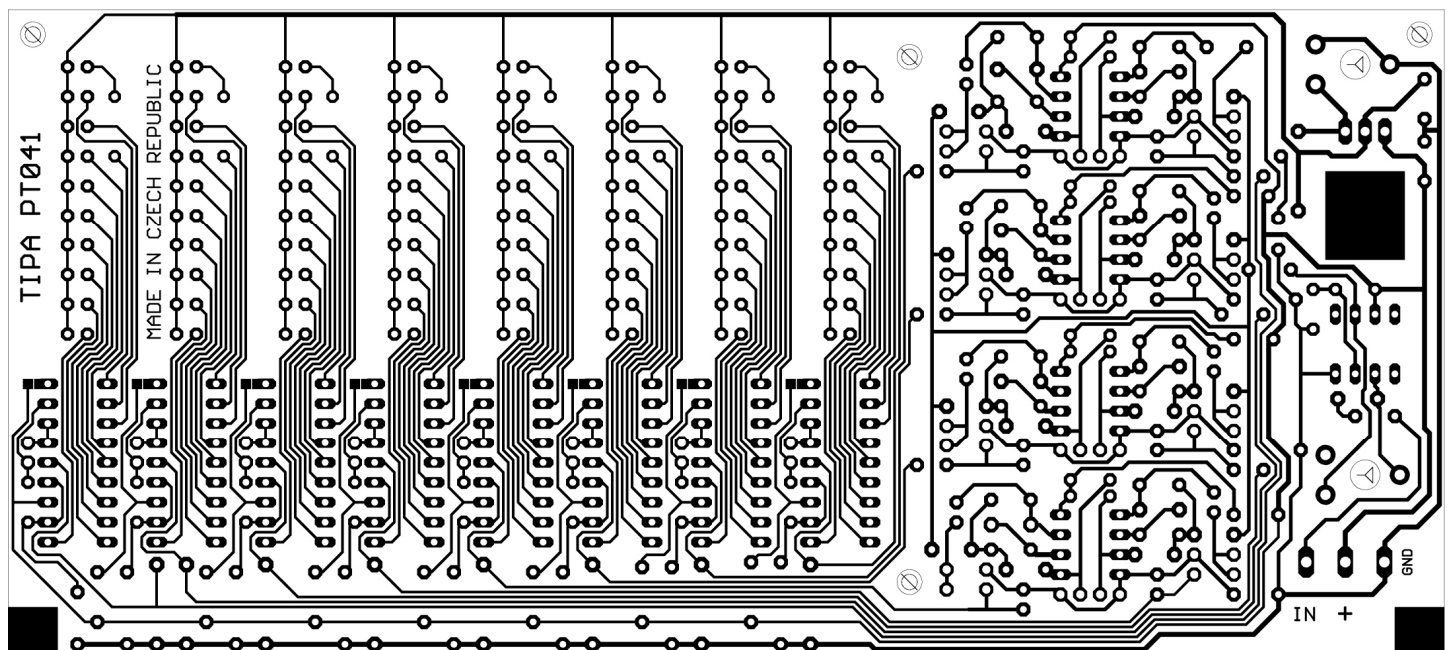
Za zmínku stojí ještě obvod LM317 IC14. Ten slouží pro regulaci napětí, které je přiváděno na LED diody. Trimrem TR2 tak nastavujeme intenzitu svitu všech osmi indikátorů.

### Konstrukce

Začněte propojkami a poté pokračujte od nejnižších po nejvyšší součástky. IC14 přišroubujte k plošnému spoji šroubem a matickou. Plochu pod IC14 procínajte tak, aby se teplo regulátoru co nejvíce rozlévalo do plošného spoje. Dvě spodní díry pro uchycení šrouby mají rovněž pájecí plošky pro případné připájení tvrdých vodičů pro účely zkonstruování jednoduchého stojáčku. U každého obvodu LM3915 (IC1 až IC8) naleznete zkratovací propojky (dvě pocínované plošky velmi blízko u sebe). Jejich propojením přepnete indikaci do módu pásového. Bez propojení zůstanete v módu bodovém. Viz video ukázka na youtube a obrázky v této dokumentaci. **Při osazování diod si dejte pozor na orientaci katody a anody. Kratší vývod diody (katoda) zasouvajte do zdířky u vyznačené (tlusté) plošky na potisku DPS.**



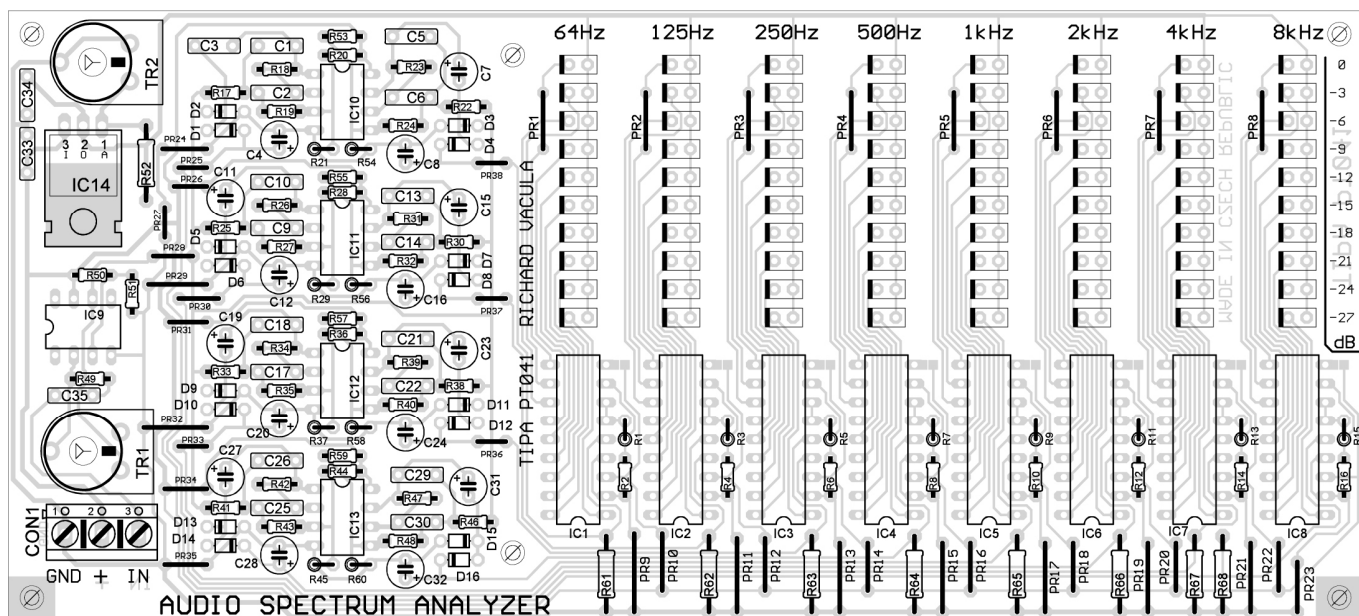
propojky - bodová/pásová indikace vybuzení



### Oživení

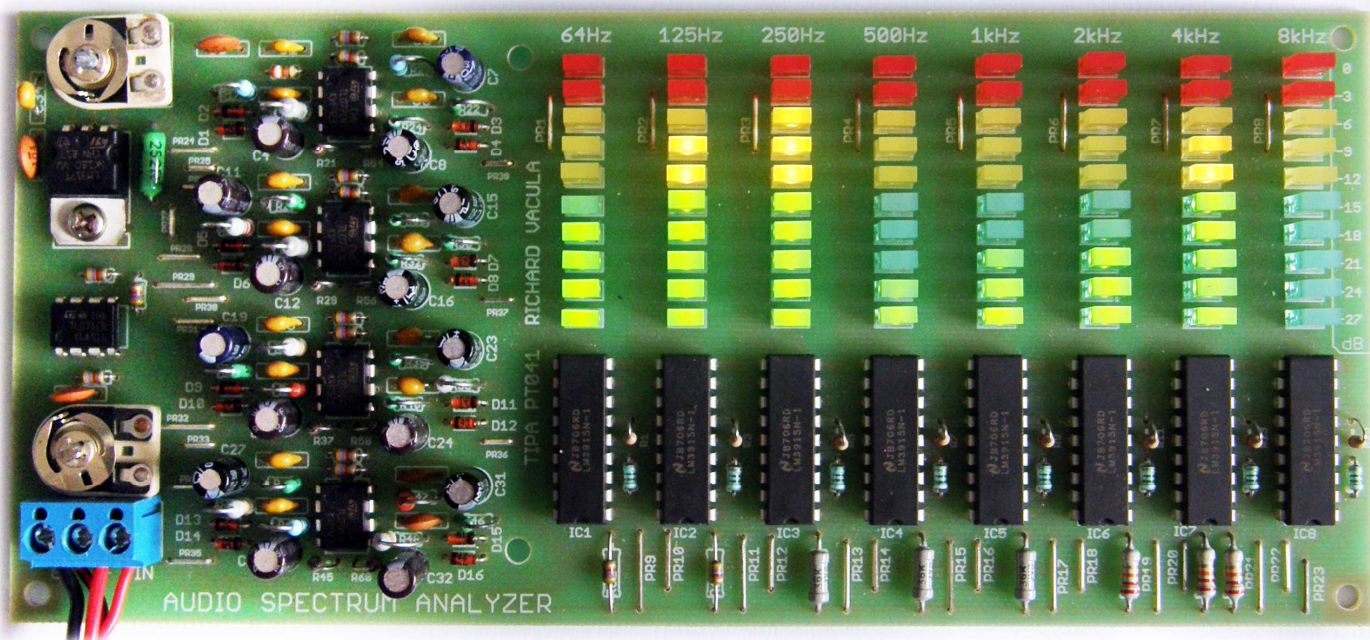
Trimr TR1 natočte do ¼ svého rozsahu (otáčíme od počátku ve směru hodinových ručiček). Trimr TR2 do zhruba poloviny rozsahu. Po důkladné kontrole vaší konstrukce připojte napájecí napětí (+ a GND) a přiveďte do svorkovnice také audio signál (IN a GND; GND = ZEM). Ano, do jedné svorky GND připojte dva vodiče. Zem napájení i zem audio signálu. Pokud Analyzer reaguje na vstupní audio signál, už pouze doladíte dle vlastního vkusu citlivost zařízení a svítivost LED diod. Nedoporučujeme otáčet TR2 výrazně za ¼ svého rozsahu, budou tak více zatíženy obvody LM3915. Je třeba počítat s tím, že obvody LM317 a LM3915 se budou zahřívat. Spotřeba 80-ti LED diod totiž není zanedbatelná. Velikost napájecího napětí ovlivňuje vstupní citlivost zapojení.





#### Rozpis součástek

R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R15	1k2	mini	TR1	1M
R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14, R16	910	mini	TR2	10k
R17	20k		C1, C2	10n keramický 5mm
R18	39k		C3	100n keramický 5mm
R49, R50, R51, R61, R62	4k7	mini	C4, C11, C12, C20, C24, C28, C32	1u /16V elektrolyt
R19, R20, R21, R28, R29, R36, R37	100		C5, C6	330n keramický 5mm
R44, R45, R53 - R60	100		C7	100u/16V elektrolyt
R22	75k		C8, C15, C16, C23	47u/16V elektrolyt
R23	150k		C9, C10, C17, C18, C25, C26	47n keramický 5mm
R24	390		C13, C14, C21, C22	220n keramický 5mm
R25	8k2		C19	4u7/16V elektrolyt
R26, R33	16k2		C27, C31	22u/16V elektrolyt
R27	43		C29, C30	68n keramický 5mm
R30	56k		C33, C35	100n keramický 5mm
R31	120k		C34	1u keramický 5mm
R32	301		D1-D16	1N4148
R34, R41	33k		IC1-IC8	LM3915
R35	82		IC9	TL071
R38	30k		IC10-IC13	TL072
R39	56k		IC14	LM317
R40	150		LD1-LD5 ... LD81-LD85	Green LED 5x2mm
R42	68k		LD6-LD8 ... LD86-LD88	Yellow LED 5x2mm
R43	160		LD9-LD10 ... LD89-LD90	Red LED 5x2mm
R46	47k		Svorkovnice	AK500/3
R47	91k		Patice DIL8	5x
R48	240		Patice DIL18	8x
R52	240		Plošný spoj	PT041
R63-R65	36k			
R66-R68	22k			



# AUDIO SPECTRUM ANALYZER

145

