

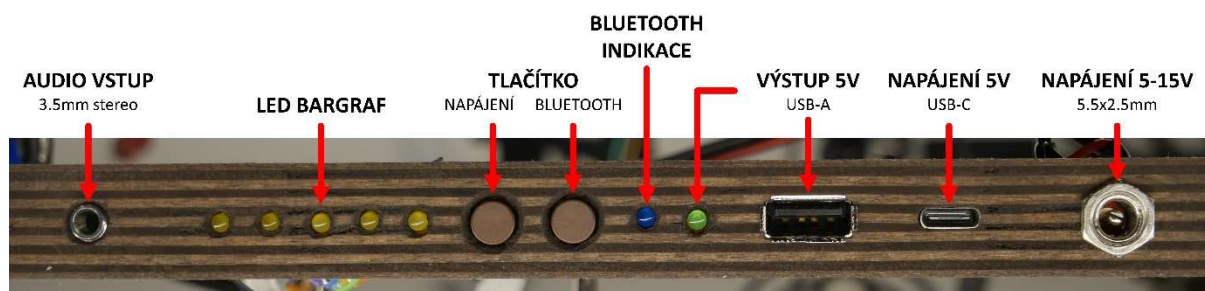
Přenosný Bluetooth Reproduktor



Specifikace

- Výkon zesilovačů: **2x10 W**
- Kapacita baterie: **37 Wh**
- Zabudovaný nastavitelný **ekvalizér**
- **Bluetooth/AUX** konektivita
- Maximální nabíjecí proud: **1,5 A**
- Maximální nabíjecí výkon: **15 W**
- Maximální proud USB výstupu: **2 A**
- Ochrana proti přetížení a přehřátí
- Automatické vypnutí po 10 minutách nečinnosti

Ovládání



Zapnutí/vypnutí:	Dlouhý stisk tlačítka napájení – přední LED začne blikat efektem „dýchání“ (při stisknutí tlačítka napájení se vždy zobrazí stav baterie na LED bargrafu).
Zapnutí/vypnutí Bluetooth:	Dlouhý stisk tlačítka Bluetooth, když je reproduktor zapnutý.
Zapnutí/vypnutí USB výstupu:	Dvojité stisknutí tlačítka Bluetooth (funguje i když je reproduktor vypnutý).
Nabíjení 5 V:	Po připojení zdroje reproduktor automaticky zvolí nabíjecí proud (průběh testu se zobrazuje na LED bargrafu v jednotkách 0.3 A). Pro manuální volbu držte tlačítko Bluetooth při připojování zdroje (reproduktor musí být vypnutý). Po připojení je možno tlačítko uvolnit a krátkými stisky tlačítka napájení zvolit nabíjecí proud v jednotkách 0.3 A (tzn. maximální vstupní proud je 1.5 A). Zařízení si pamatuje předchozí nastavení.
Nabíjení nad 5 V:	Po připojení je možno krátkými stisky tlačítka napájení zvolit nabíjecí proud v jednotkách 0.3 A (tzn. maximální vstupní proud je 1.5 A). Zařízení si pamatuje předchozí nastavení. Pokud nastavení nezměníte, zařízení se začne nabíjet s předchozím nastavením.



Popis funkce

Ze všeho nejdřív musím zohlednit, že se jedná o prototyp, hlavně po elektrické stránce. Hlavní řídicí prvek je AtMega328p. Hlavním úkolem je nabíjení, ochrana baterie a reagování na vstup uživatele. Na základě vstupů zapíná jednotlivé obvody podle toho, jestli jsou potřeba. Vše ostatní je zřejmé z blokového schématu.

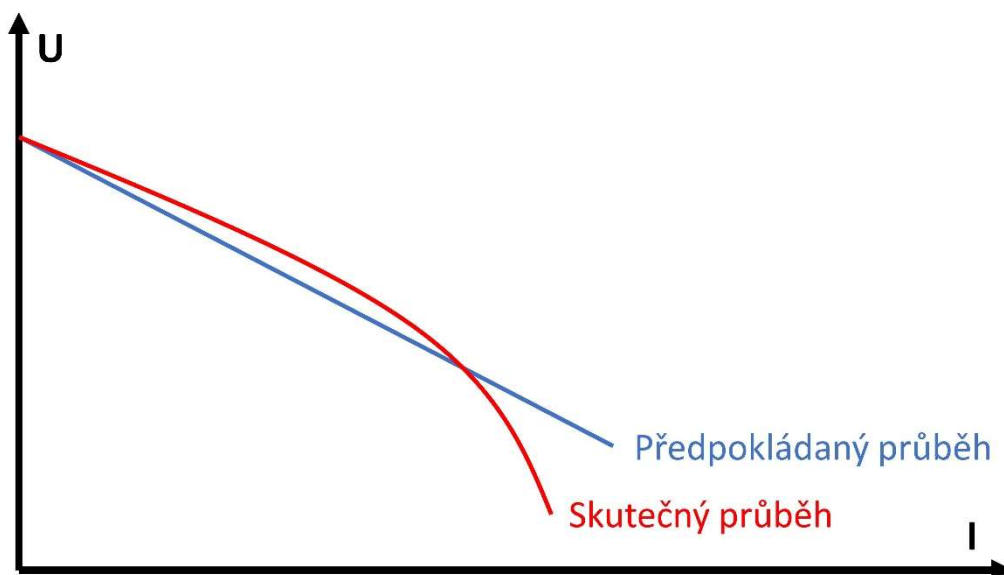
Nabíjení

Reproduktor je navrhnut tak, aby se mohl nabíjet z relativně širokého spektra zdrojů. Pro tento účel je použit buck-boost converter. Po připojení napájení software určí, zda-li se jedná o 5V zdroj nebo něco jiného, zároveň kontroluje stav tlačítek. Maximální testované vstupní napětí converteru je pro tuto aplikaci 15 V, takže pokud je vstupní napětí vyšší než 16 V, zařízení nespustí nabíjení.

V automatickém režimu při 5V napájení se spustí algoritmus, který postupně navyšuje vstupní proud a kontroluje stav zdroje. Zároveň dělá „zastávky“ v navyšování pro kontrolu stability: 100 mA, 250 mA, 500 mA, 1 A, a 1,5 A. Při detekci poklesu napětí pod hranici 4,3 V navyšování přestane, proudový limit se sníží o 150 mA a výsledná hodnota je předána další části kódu, která se stará o samotné nabíjení. Pokud je finální proudový limit pod 500 mA, zařízení ukončí nabíjení, jelikož zdroj je nedostatečně výkonný. Zároveň jsou implementovány základní kontroly stability zdroje při připojení zdroje i v průběhu nabíjení, nabíjení se může přerušit i kvůli náhlému nárustu napětí, samozřejmě také i kvůli překročení teplotního limitu na baterii nebo desce.

V hlavní nabíjecí fázi software kontroluje stav jednotlivých článků a podle potřeby vyvažuje jejich napětí za použití malých zátěží. Baterie se přestává nabíjet po poklesu nabíjecího proudu pod přibližně 50 mA, všechny články musí být zároveň v rámci 0,02 V rozdílu od sebe.

Ze začátku jsem plánoval implementovat sofistikovanější způsob: předpokládáme, že napětí zdroje začne klesat až při jeho přetížení, takže kdybychom vypočítali při postupném zatěžování konstantní úbytek kabelů (efektivně vypočítali jejich odpor), mělo by být možné předpokládat tento relativně lineární úbytek pro vyšší proudy a ukončit navyšování proudu poté, co by napětí kleslo pod tuto předpokládanou hodnotu – v té chvíli by totiž začalo klesat napětí na samotném zdroji.



V tomto případě tento způsob nakonec selhal, hlavním omezením bylo nedostatečné rozlišení ADC převodníku. Algoritmus dělal tři měření, která se měla zprůměrovat, ale ani to nestačilo na to, aby byla měření konzistentní mezi testy. Tato metoda spoléhá na správná měření relativně malých rozdílů napětí – měření a počítání se musí provádět ze začátku navyšování proudu v úseku, kde zdroj drží stále konstantní napětí.

Zvuk

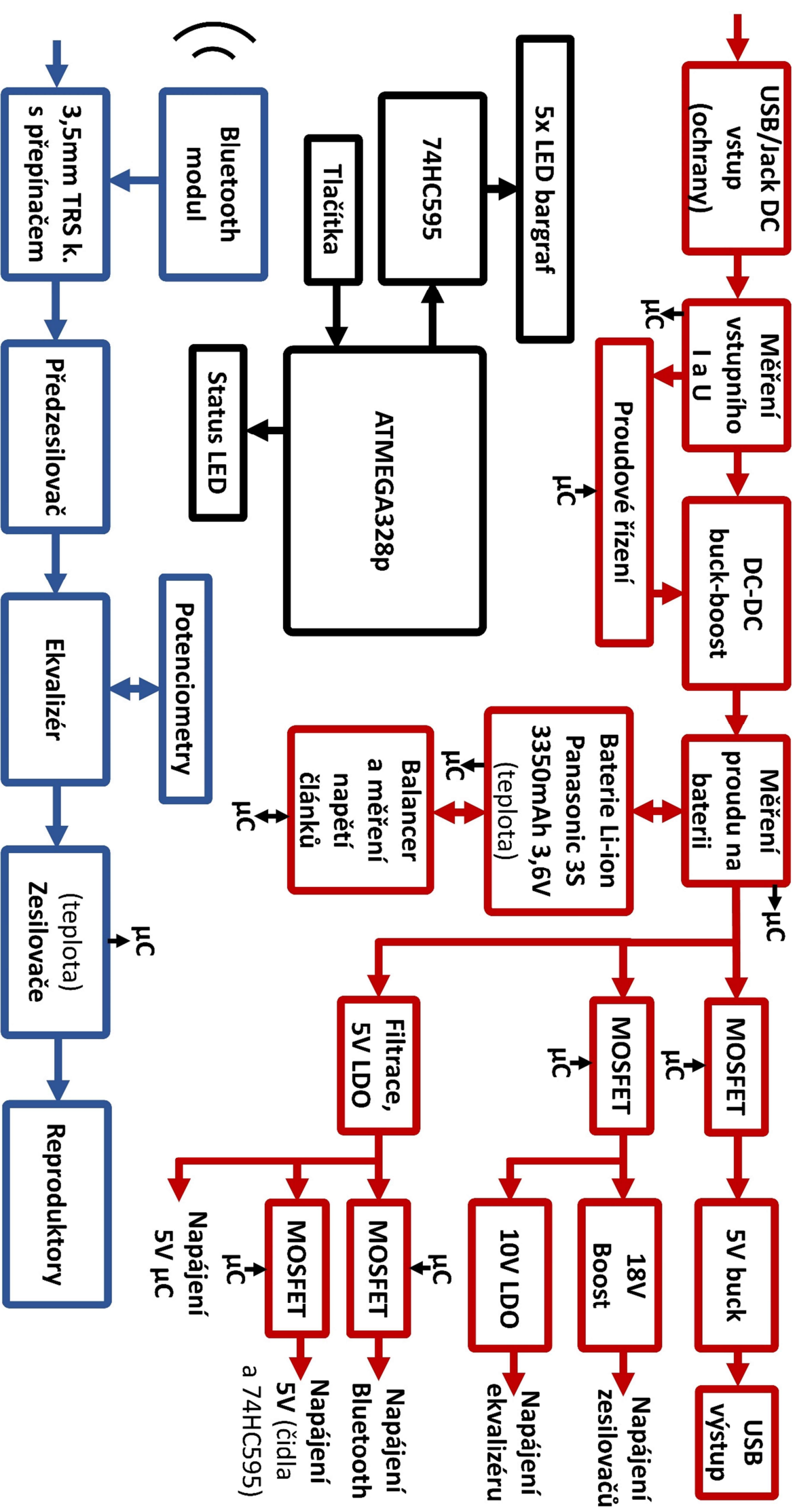
Vstupní signál se může do reproduktoru dostat dvěma způsoby – přes 3,5 mm jack nebo bezdrátově přes Bluetooth. Pokud je připojen Jack, je odpojeno Bluetooth. Signál jde následně do předzesilovače, ekvalizéru a poté do výkonových zesilovačů. Opět, blokové schéma.

Příklad kódu

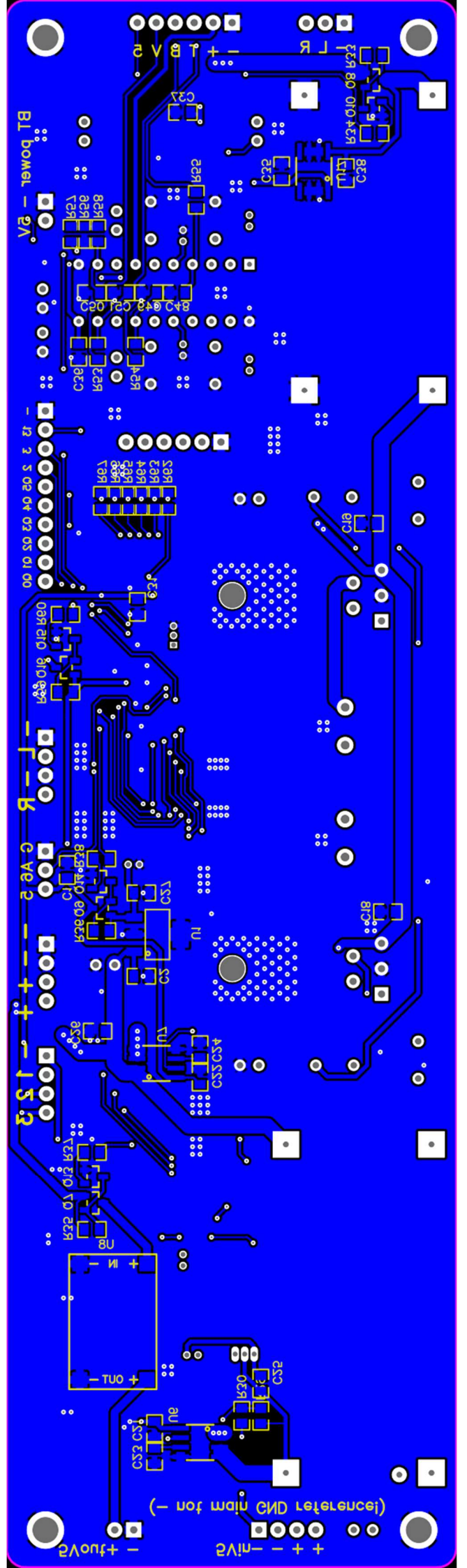
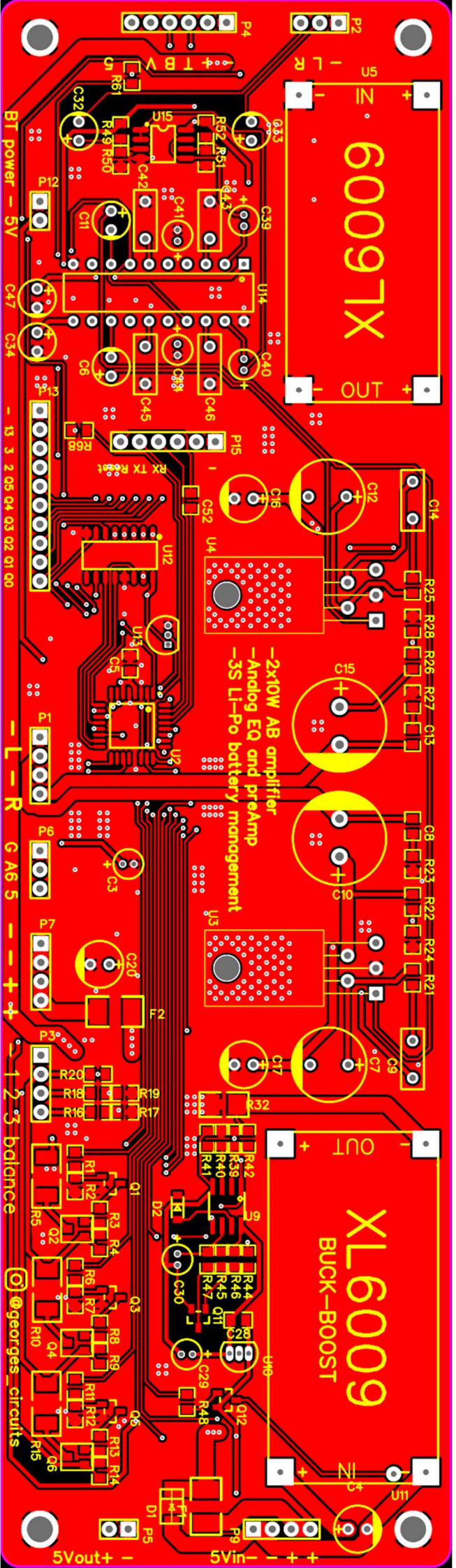
S tímto, řekněme, algoritmem jsem původně nepočítal, ale nakonec se ukázalo, že pouhé měření proudu mezi baterií a vším ostatním nestačí k přesnému určení zbývající kapacity. Bylo zapotřebí, aby nějakým způsobem napětí baterie dokázalo ovlivnit vypočítanou zbývající kapacitu. Po nějakém přemýšlení a zvažování různých variant po cestě domů vlakem, mě nakonec napadlo, že by mohlo napětí pouze ovlivnit rychlost odčítání/přičítání „procent“ baterie. Zobrazování samotného napětí na bargrafu není ideální, hlavně v případě reproduktoru, kde se rapidně mění zátěž baterií – hodnota by skákala a byla nečitelná a nepřesná.

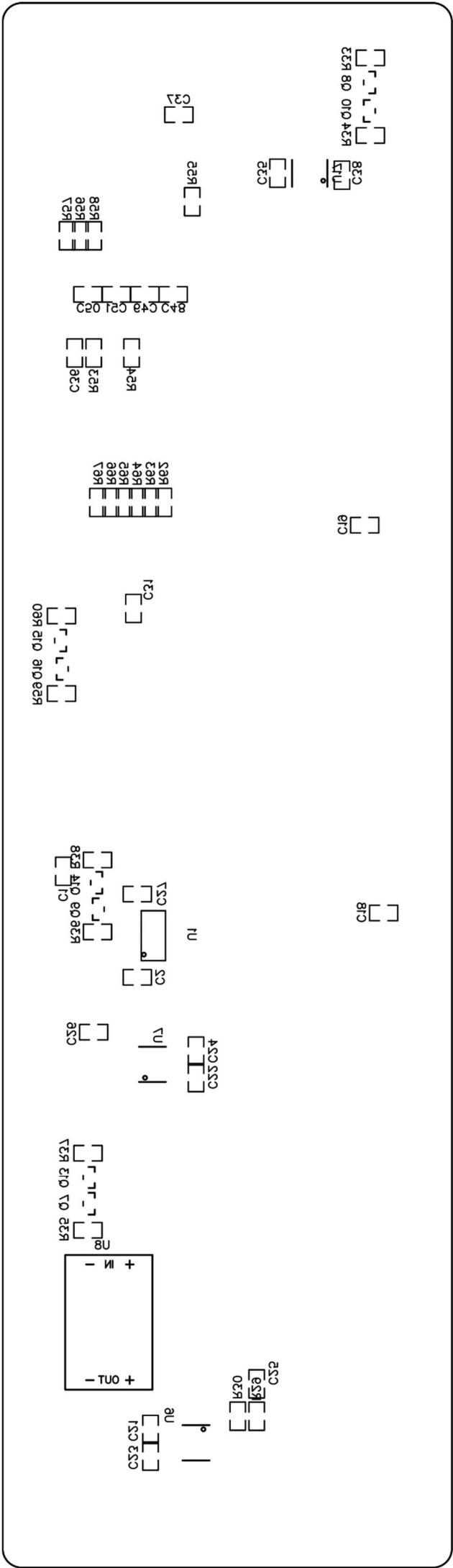
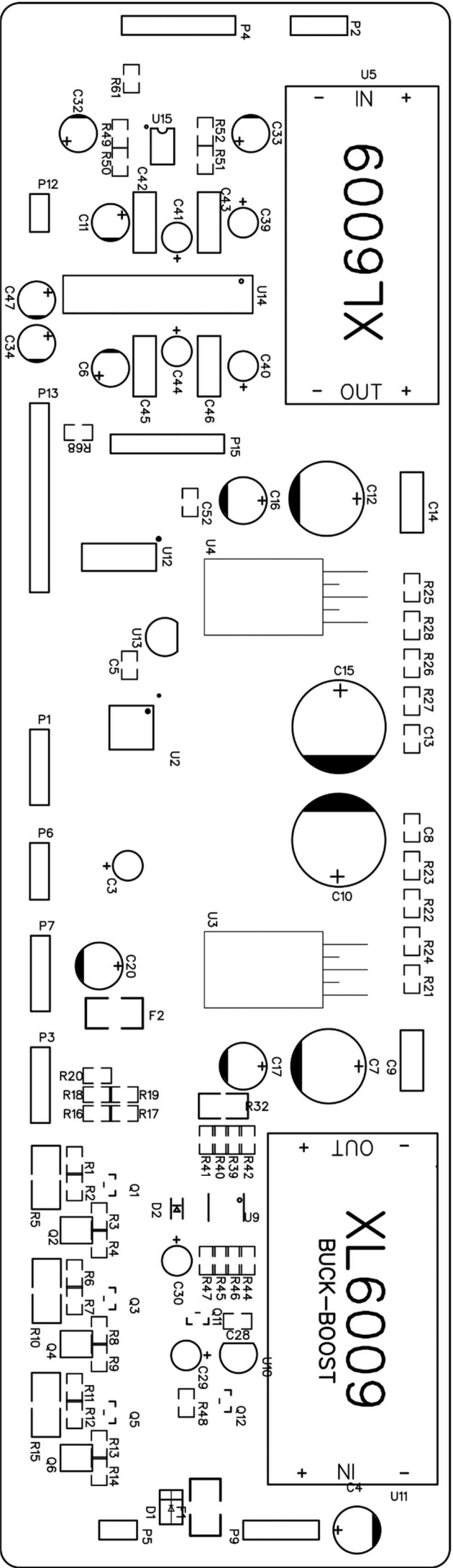
Tento kód na začátku vypočítá zbývající procenta baterie čistě na základě jejího napětí, zasahování tohoto kódu do hodnot je přerušeno blízko nejnižší a nejvyšší hranice nabití baterie. Poté vypočítá hodnotu „opravy“ aktuální zobrazované kapacity baterie (která později víceméně přímo škáluje hodnoty proudu ze senzoru). Díky tomuto postupu se bere ohled i na například rychlejší vybíjení baterie za nízkých teplot nebo vysokých proudů. Zároveň zanechává plynulý průběh zobrazované hodnoty uživateli.

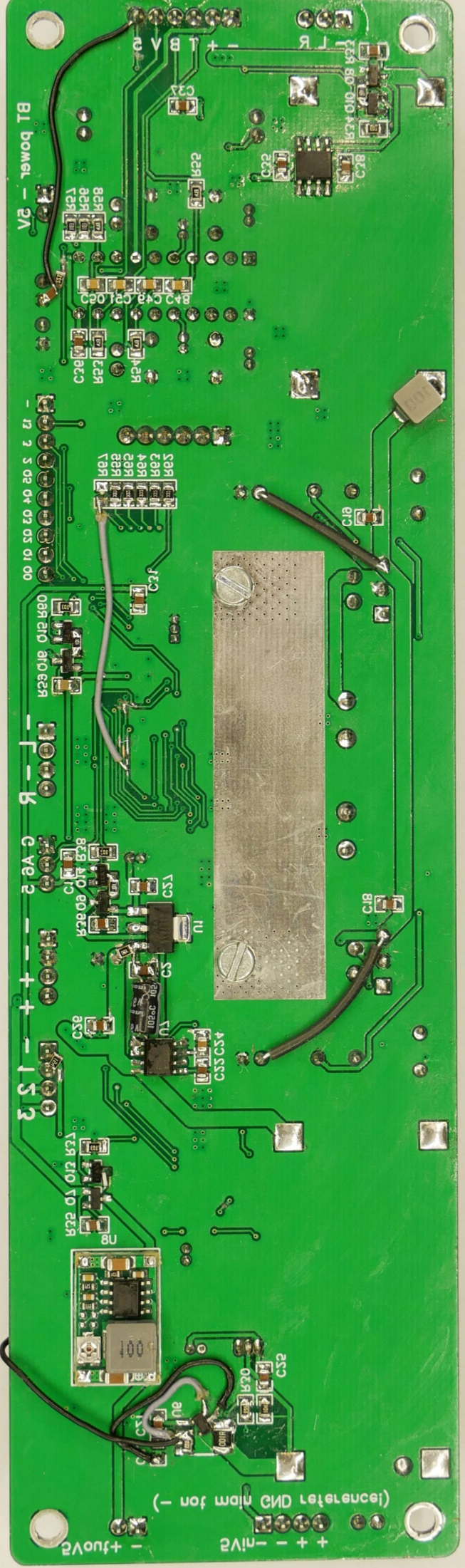
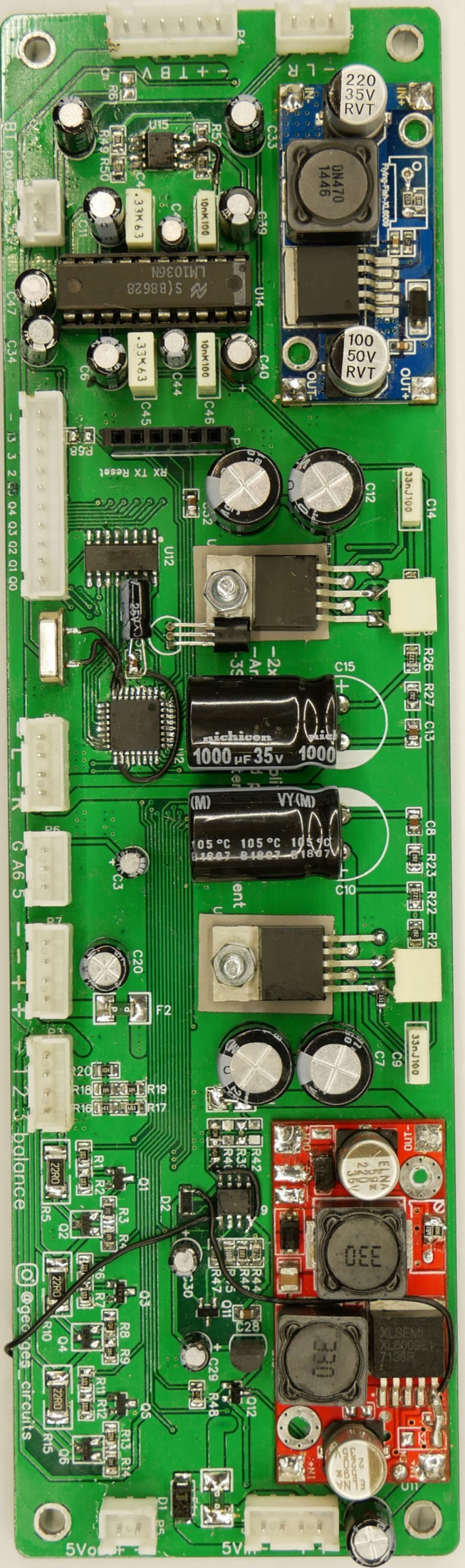
```
if (flagSleep == false && second == true) {
    battPercentVoltage = ((battVAverage / 3) - minCellV) / (maxCellV - minCellV) * 100.0;
    if (battPercentVoltage > 1 && battPercentVoltage < 99 && battPercent > 1 && battPercent < 99) {
        if (battPercent > (battPercentVoltage + 1) || battPercent < (battPercentVoltage - 1)) {
            if (battAAverage > 0) {
                battMahCorrection = (battPercentVoltage / battPercent);
            }
            if (battAAverage <= 0) {
                battMahCorrection = (battPercent / battPercentVoltage);
            }
            battMahCorrection = sq(battMahCorrection);
        }
        else {
            battMahCorrection = 1.0;
        }
    }
    else {
        battMahCorrection = 1.0;
    }
    battACalc = battAAverage * battMahCorrection;
}
```

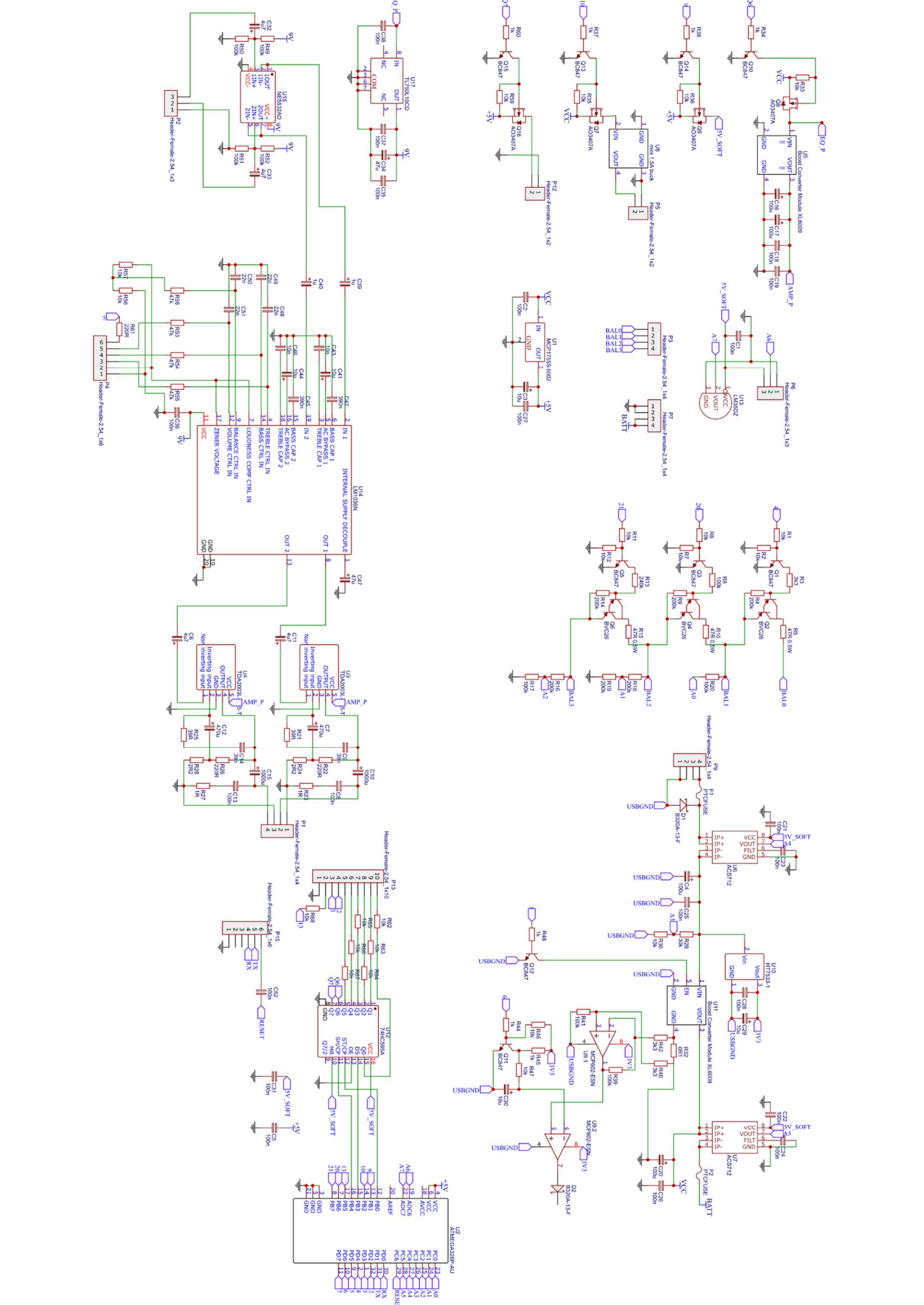


Name	Quantity	Designator	Footprint
		C2,C5,C8,C13,C18,C19,C22,C24,C25,C26,C27,C28,C31,C	
100n	21	21, C23, C1, C35, C36, C37, C38, C52	0805'
10u	5	C3, C29, C30, C41, C44	CAP-D4.0XF1.5
ATMEGA328P-AU	1	U2	TQFP-32_7X7X08P
		R1, R2, R6, R7, R11, R12, R30, R33, R35, R36, R46, R47, R56, R5	
10k	22	7, R59, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68	0805'
3k3	3	R3, R40, R42	0805'
200k	6	R4, R9, R14, R16, R18, R19	0805'
47R 0.5W	3	R5, R10, R15	2010
100k	9	R8, R17, R20, R39, R41, R49, R50, R51, R52	0805'
240k	1	R13	0805'
BVC26	3	Q6, Q4, Q2	SOT23
TDA2003L-TB5-T	2	U3, U4	TO-220-5
39R	2	R21, R25	0805'
220R	3	R22, R26, R61	0805'
1R	2	R23, R27	0805'
2R2	2	R24, R28	0805'
470u	2	C7, C12	CAP-D10.0XF5.0
39n	2	C9, C14	5MM FILM CAP
1000u	2	C10, C15	CAP-D12.5XF5.0
Header-Female-2.54_1x4	4	P1, P3, P7, P9	1X4 PIN HEADER 2.54MM
Header-Female-2.54_1x3	2	P2, P6	1X3 PIN HEADER 2.54MM
Boost Converter	1	U5	XL6009E1 BOOST CONVERTER
100u	4	C16, C17, C4, C20	CAP-D6.3XF2.5
MCP1755S-5002	1	U1	SOT223
ACS712	2	U7, U6	SO08
FUSE 3.15A	2	F1, F2	1812
BC847	9	Q1, Q3, Q5, Q10, Q13, Q14, Q11, Q12, Q15	SOT-23(SOT-23-3)
1k	7	R34, R37, R38, R44, R45, R48, R60	0805'
Header-Female-2.54_1x2	2	P5, P12	1X2 PIN HEADER 2.54MM
mini 1.5A buck	1	U8	MINI 1.5A BUCK
HT7533-1	1	U10	TO-92(TO-92-3)
AO3407A	4	Q7, Q9, Q8, Q16	SOT-23(SOT-23-3)
OR1	1	R32	1210
30k	1	R29	0805'
Buck-Boost Converter	1	U11	XL6009E1 BUCK-BOOST CONVERTED
B320A-13-F	1	D2	SOD-123F
B320A-13-F	1	D1	SMA
74HC595A	1	U12	SOIC-16_150MIL
LM35DZ	1	U13	TO-92
LM1036N	1	U14	DIP20
NE5532AD	1	U15	SOIC-8
4u7	4	C32, C33, C6, C11	CAP-D5.0XF2.0
47u	2	C34, C47	CAP-D5.0XF2.0
1u	2	C39, C40	CAP-D4.0XF1.5
390n	2	C42, C45	5MM FILM CAP
10n	2	C43, C46	5MM FILM CAP
22n	4	C48, C49, C50, C51	0805'
47k	4	R53, R54, R55, R58	0805'
Header-Female-2.54_1x10	1	P13	1X10 PIN HEADER 2.54MM
Header-Female-2.54_1x6	2	P15, P4	1X6 PIN HEADER 2.54MM
TL750L10CD	1	U17	SOIC8
MCP602-ESN	1	U9	SOIC8



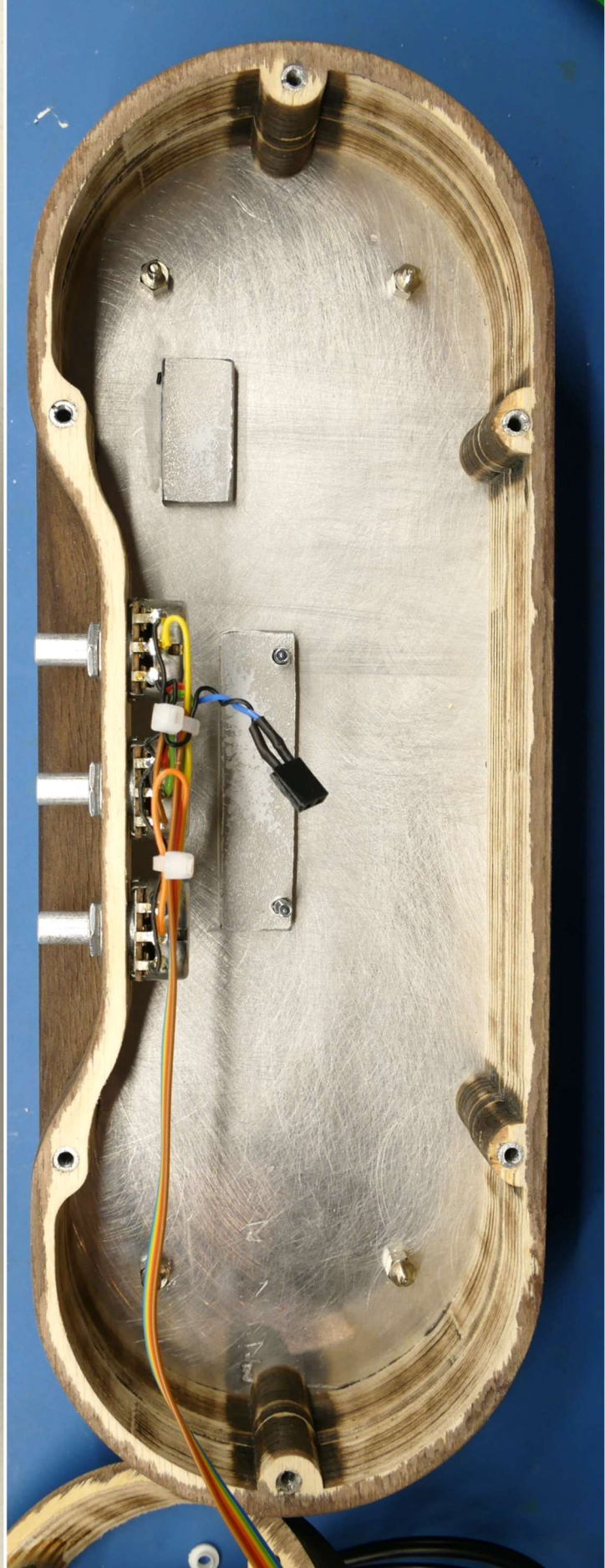






U2 ATMEGA329P-AU

PC0	23	KX	12	P80
PC1	22	M1	11	P81
PC2	21	M2	10	P82
PC3	20	M3	9	P83
PC4	19	M4	8	P84
PC5	18	M5	7	P85
PC6	17	M6	6	P86
PC7	16	M7	5	P87
PC8	15	M8	4	P88
PC9	14	M9	3	P89
PC10	13	M10	2	P90
PC11	12	M11	1	P91
PC12	11	M12	0	P92
PC13	10	M13	21	P93
PC14	9	M14	20	P94
PC15	8	M15	19	P95
PC16	7	M16	18	P96
PC17	6	M17	17	P97
PC18	5	M18	16	P98
PC19	4	M19	15	P99
PC20	3	M20	14	P100
PC21	2	M21	13	GND
PC22	1	M22	12	GND
PC23	0	M23	11	GND
PC24	24	M24	10	GND
PC25	25	M25	9	GND
PC26	26	M26	8	GND
PC27	27	M27	7	GND
PC28	28	M28	6	GND
PC29	29	M29	5	GND
PC30	30	M30	4	GND
PC31	31	M31	3	GND
PC32	32	M32	2	GND
PC33	33	M33	1	GND
PC34	34	M34	0	GND
PC35	35	M35	21	GND
PC36	36	M36	20	GND
PC37	37	M37	19	GND
PC38	38	M38	18	GND
PC39	39	M39	17	GND
PC40	40	M40	16	GND
PC41	41	M41	15	GND
PC42	42	M42	14	GND
PC43	43	M43	13	GND
PC44	44	M44	12	GND
PC45	45	M45	11	GND
PC46	46	M46	10	GND
PC47	47	M47	9	GND
PC48	48	M48	8	GND
PC49	49	M49	7	GND
PC50	50	M50	6	GND
PC51	51	M51	5	GND
PC52	52	M52	4	GND
PC53	53	M53	3	GND
PC54	54	M54	2	GND
PC55	55	M55	1	GND
PC56	56	M56	0	GND
PC57	57	M57	21	GND
PC58	58	M58	20	GND
PC59	59	M59	19	GND
PC60	60	M60	18	GND
PC61	61	M61	17	GND
PC62	62	M62	16	GND
PC63	63	M63	15	GND
PC64	64	M64	14	GND
PC65	65	M65	13	GND
PC66	66	M66	12	GND
PC67	67	M67	11	GND
PC68	68	M68	10	GND
PC69	69	M69	9	GND
PC70	70	M70	8	GND
PC71	71	M71	7	GND
PC72	72	M72	6	GND
PC73	73	M73	5	GND
PC74	74	M74	4	GND
PC75	75	M75	3	GND
PC76	76	M76	2	GND
PC77	77	M77	1	GND
PC78	78	M78	0	GND
PC79	79	M79	21	GND
PC80	80	M80	20	GND
PC81	81	M81	19	GND
PC82	82	M82	18	GND
PC83	83	M83	17	GND
PC84	84	M84	16	GND
PC85	85	M85	15	GND
PC86	86	M86	14	GND
PC87	87	M87	13	GND
PC88	88	M88	12	GND
PC89	89	M89	11	GND
PC90	90	M90	10	GND
PC91	91	M91	9	GND
PC92	92	M92	8	GND
PC93	93	M93	7	GND
PC94	94	M94	6	GND
PC95	95	M95	5	GND
PC96	96	M96	4	GND
PC97	97	M97	3	GND
PC98	98	M98	2	GND
PC99	99	M99	1	GND
PC100	100	M100	0	GND



Jiří Maňák

