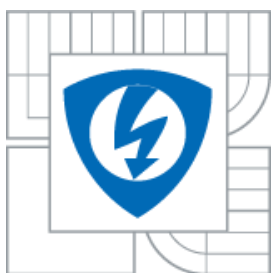




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

MĚŘENÍ TEPLOTY POMOCÍ DVOU IDENTICKÝCH ČIDEL

TWO SENSOR TEMPERATURE MEASUREMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUKÁŠ NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL PAVLÍK, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Lukáš Novák
Ročník: 3

ID: 134573
Akademický rok: 2013/2014

NAZEV TÉMATU:

Měření teploty pomocí dvou identických čidel

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte systém pro měření teploty podle meteorologických standardů. K měření použijte čidla značky DALLAS DS18B20. K vyhodnocení naměřených dat použijte mikrokontroler značky AVR. Dále nastudujte způsoby komunikace mikrokontroleru s počítačem pomocí Wi-Fi modulu. Pro případ selhání komunikace vyřešte možnost logování záznamů do paměti EEPROM.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 10.2.2014

Termín odevzdání: 5.6.2014

Vedoucí práce: Ing. Michal Pavlík, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá návrhem desky plošných spojů a naprogramováním mikrokontroléru AVR, který komunikuje s WiFi modulem a číslíkovými teploměry značky Dallas. WiFi modul posílá data dále do databáze uložené na internetu. Při selhání komunikace se počítá se zápisem do paměti EEPROM uvnitř mikrokontroléru. Při obnovení komunikace jsou data z EEPROM vyjmuta a odeslána do databáze.

KLÍČOVÁ SLOVA

AVR, Atmega32, Mini Socket iWiFi, Dallas, DS18B20 , EEPROM, Měření teploty.

ABSTRACT

This thesis deals with PCB design and programming of microcontroller AVR, that communicates with WiFi module and Dallas brand thermometers. Wifi module sends data to internet database. In case of communication malfunction informations are saved into microcontroler's EEPROM. When communication is restored informations are send to database.

KEYWORDS

AVR, Atmega32, Mini Socket iWiFi, Dallas, DS18B20, EEPROM, Temperature measurement.

NOVÁK, L. *Měření teploty pomocí dvou identických čidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav mikroelektroniky, 2014. 27 s. Bakalářská práce. Vedoucí bakalářské práce Ing. Michal Pavlík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „**Měření teploty pomocí dvou identických čidel**“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Pavlíkovi, Ph. D. za důležité, věcné a odborné rady, které pomohly k realizaci této práce. Dále bych rád poděkoval svým rodičům, kteří mi svou podporou umožnili studium na této škole.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	ix
Úvod	1
1 Použité senzory	2
1.1 Parametry číslicového teploměru	2
1.2 Popis číslicového teploměru.....	2
1.2.1 Pouzdra teploměru Dallas	2
1.2.2 Popis komunikace s teploměrem Dallas	3
1.3 Zapojení číslicového teploměru	4
1.3.1 Napájení číslicového teploměru pomocí parazitního napětí.....	4
1.3.2 Připojení externího napájení	4
2 Wi-Fi modul Mini Socket iWifi	6
2.1 Porovnání parametrů	6
2.2 Parametry Wi-Fi modulu	7
2.2.1 Specifikace produktu Mini Socket iWifi	7
2.3 Popis Wi-Fi modulu.....	7
2.4 Podporované provozní režimy modulu Mini Socket iWifi	8
2.4.1 LAN připojení na Wi-Fi můstek	8
2.4.2 Režimy komunikující s Internetem.....	8
2.5 Rozložení pinů a konektor.....	9
2.6 Komunikace pomocí AT příkazů	10
3 Mikrokontrolér Atmega32	11
3.1 Rozdíly mezi mikrokontroléry řady AVR Atmega	11
3.2 Popis mikrokontroléru.....	11
3.2.1 Pouzdra mikrokontroléru	12
4 Návrhy vývojových kitů a konečné realizace desky plošných spojů	13
4.1 Vývojový kit s mikrokontrolérem Atmega32	13
4.2 Popis napájecího vývojového kitu.....	13
4.3 Popis vývojového kitu USART.....	14

4.4	Konečný návrh desky	14
5	Vývoj programu	15
5.1	Nastavení WiFi modulu	15
5.2	Knihovny pro mikrokontrolér	18
5.2.1	Knihovna UART	18
5.2.2	Knihovna Time_Zaloha	19
5.2.3	Ostatní knihovny	20
5.2.4	Vývojový diagram programu pro mikrokontrolér	21
5.3	Ukládání do databáze	22
5.3.1	Vytvoření tabulky v databázi	22
5.3.2	Soubor poslani.php	22
5.4	Meteorologické standardy	23
6	Závěr	24
	Literatura	25
	Seznam zkratek	26
	Seznam příloh	27

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: a) Oboustranný kolík a b) Precizní dutinková lišta	2
Obr. 2: Ukázka jednotlivých pouzder čidel teploty Dallas DS18B20 [1].....	3
Obr. 3: Připojení napájení k teploměru pomocí parazitního napájení [1].....	4
Obr. 4: Připojení napájení k teploměru pomocí externího napájení [1]	5
Obr. 5: Mini Socket iWifi [2]	8
Obr. 6: Zapojení z LAN na WiFi můstek [2].....	8
Obr. 7: Rozložení konektorů na desce Mini Socket iWifi [2]	9
Obr. 8: Pouzdra a)PDIP, TQFP a b) MLF [5].....	12
Obr. 9: Vývojový diagram programu pro mikrokontrolér	21
Obr. 10: Standardní meteorologická budka [13].	23
Obr. 11: Vývojový kit s mikrokontrolérem	2
Obr. 12: Vývojový kit USART.....	3
Obr. 13: Napájecí vývojový kit	4
Obr. 14: Obvodové zapojení WAT sešit 1.....	5
Obr. 15: Obvodové zapojení WAT sešit 2.....	6
Obr. 16: Obvodové zapojení WAT sešit 3.....	7

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Funkce jednotlivých pinů u teploměru Dallas [1].	3
Tab. 2: Porovnání parametrů Mini Socket iWiFi [2] a WLM10x [3].....	6
Tab. 3: Funkce pinů u konektoru [2]	9
Tab. 4: Rozdíly mezi mikrokontroléry řady AVR Atmega	11

ÚVOD

Měření teploty dle meteorologických standardů bylo od raného zavedení vždy nutno odečítat z různých druhů přesných teploměrů. Při manuálním provozu bylo vždy nutné docházet do meteorologické stanice třikrát denně odečítat a následně zapisovat informace. Při takovémto způsobu měření teploty však informace nebyly vždy aktuálně dostupné na jiných místech než v dané meteorologické stanici.

Postupem času a s vývojem elektroniky došlo k obměně z některých manuálních typů sběru teploty na automatický provoz meteorologické stanice. Sběr dat obstarávají každou hodinu elektrické přístroje a jednou denně jsou odesílány do centra ČHMU, vždy po klimatologickém termínu v sedm hodin ráno. Tyto přístroje však musí být spojeny metalickým vedením.

Z tohoto důvodu se práce zabývá bezdrátovým přenosem informací z teplotních čidel, která mohou být umístěna v meteorologických budkách, bez nutnosti instalace dodatečné kabeláže.

A tyto informace mohou být, díky tomu, že jsou automaticky posílány do internetové databáze, zobrazeny odkudkoliv s přístupem k internetu.

1 POUŽITÉ SENZORY

V práci jsou použity číslíkové teplotní senzory Dallas DS18B20. Tyto senzory jsou blíže popsány v dalších podkapitolách.

1.1 Parametry číslíkového teploměru

Zde uvedené parametry jsou brány z datasheetu od výrobce Dallas [1].

- Napájecí napětí od 3,0 V do 5,5 V.
- 1-Wire sběrnice.
- Pracovní maximální měřicí teplota od -55°C až do $+125^{\circ}\text{C}$.
- Při rozlišení $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pracovní měřicí teplota od -10°C do $+85^{\circ}\text{C}$.
- Maximální doba komunikace při 12bitové rozlišení je 750 ms.

1.2 Popis číslíkového teploměru

Tento číslíkový teploměr od firmy Dallas lze použít pro sběr teploty při čtyřech různých teplotních rozlišeních. Toto rozlišení se nastavuje v 9., 10., 11. nebo 12. uživatelsky konfigurovatelném bitu. Primárně je teploměr přednastaven na 12 bitů.

1.2.1 Pouzdra teploměru Dallas

Číslíkový teploměr se vyrábí ve třech různých pouzdrech, a to TO-92, SO a μSOP . Pro tuto práci je použito pouzdro TO-92, které má pouze 3 vývody. Pouzdro je použito kvůli tomu, že se jeho vývody nemusí zapájet do plošného spoje, ale mohou být použity do precizní dutinkové lišty. Tuto dutinovou lištu lze upravit zároveň s oboustrannými kolíky (viz **obr. 1**) a jakéhokoliv kabelu libovolné délky, pro propojení k vývojové desce.

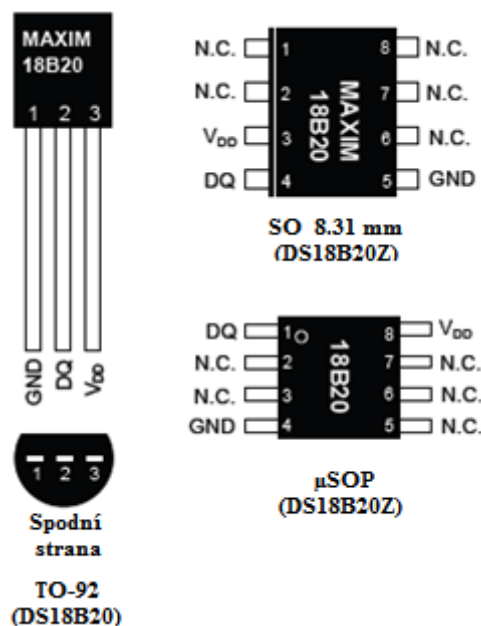


a)



b)

Obr. 1: a) Oboustranný kolík a b) Precizní dutinková lišta



Obr. 2: Ukázka jednotlivých pouzder čidel teploty Dallas DS18B20 [1]

Jak je patrné z výše uvedeného obrázku (viz **obr. 2**), jsou u teploměru nejvýše 4 piny, a to VDD, GND, DQ a N.C..

Tab. 1: Funkce jednotlivých pinů u teploměru Dallas [1].

Pin	Funkce pinu
V _{DD}	Tento pin slouží jako napájecí vývod, na který je možno připojit napětí v rozmezí 3 V – 5,5 V. Lze napájet dvěma způsoby, buď přes port u mikrokontroléru za parazitního napětí, nebo pomocí externího napájení.
GND	Společný zemnicí potenciál.
DQ	Vstupně-Výstupní datový vývod, sloužící ke komunikaci s mikrokontrolérem.
N.C.	Pin s názvem N.C. nemá žádný funkční význam a je pouze u teploměrů v SMD provedení, a tudíž slouží pouze k připevnění k návrhové desce.

1.2.2 Popis komunikace s teploměrem Dallas

Každý teploměr má svoje vlastní 64 bitové sériové číslo uložené ve vnitřní paměti ROM, pomocí kterého je možné využít 1-Wire sběrnice, a tím pádem lze propojit a využít více teploměrů pomocí jednoho datového kabelu. Takto dokážeme na jednu sběrnici připojit až $2^{64} - 1$ zařízení.

1.3 Zapojení číslicového teploměru

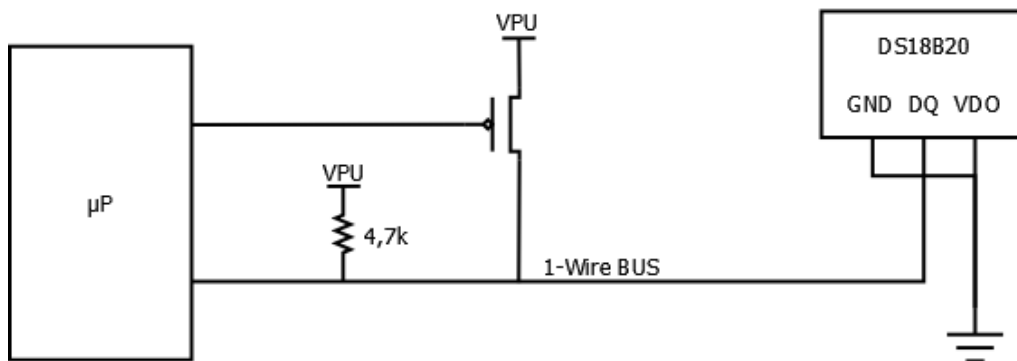
Zapojení číslicového teploměru k mikrokontroléru a připojení napětí lze realizovat dvěma různými způsoby. Každý z těchto způsobů má své výhody i nevýhody.

1.3.1 Napájení číslicového teploměru pomocí parazitního napětí

Připojení napájení k teploměru lze realizovat pomocí parazitního napětí přivedeného na datový DQ pin (viz **obr. 3**). To je realizováno pomocí tranzistoru, u kterého je zároveň vyvedena báze na pin mikrokontroléru, ten musí obstarávat napájení datového kabelu v době, kdy po něm neprobíhá komunikace. Toto napájení v době, kdy neprobíhá komunikace, nabíjí vnitřní kondenzátor v integrovaném obvodu. Tento kondenzátor zajišťuje napájení teploměru v době komunikace. Zároveň je připojen *pull-up* rezistor o hodnotě 4,7 k Ω mezi napájecí napětí, jak uvádí výrobce ve svém datasheetu. Dále se musí napájecí pin spojit se zemí.

Výhodou tohoto zapojení je vedení pouze dvou vodičů k teploměru.

Naopak nevýhoda tohoto zapojení je v obsazení dalšího pinu mikrokontroléru pro řízení tranzistoru. Další zřejmá nevýhoda tohoto zapojení je v použití externí součástky navíc.



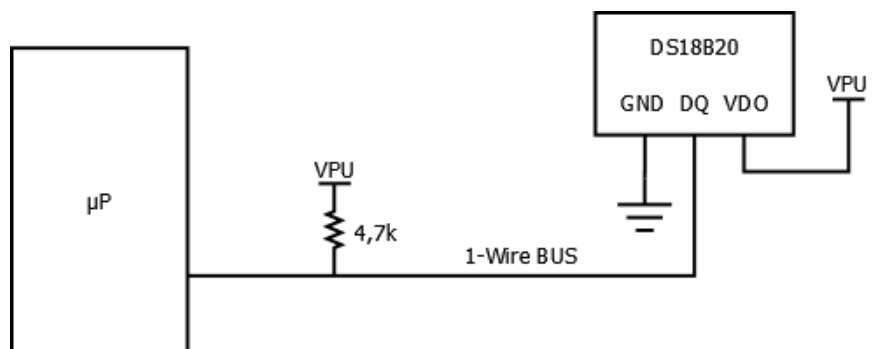
Obr. 3: Připojení napájení k teploměru pomocí parazitního napájení [1]

1.3.2 Připojení externího napájení

Princip dalšího zapojení je v použití externího napájení, které je přivedeno na napájecí pin teploměru (viz **obr. 4**). Zároveň je připojen pull-up rezistor o hodnotě 4,7 k Ω mezi napájecí napětí, jak uvádí výrobce ve svém datasheetu. Toto zapojení je z hlediska připojení k mikrokontroléru lepší, protože zpravidla mívá přibližně stejné napájecí napětí jako mikrokontrolér.

Výhodou tohoto typu zapojení je odpadnutí dalších přebytečných součástek, jako je tranzistor, sloužící pro napájení datové sběrnice. Tím se nám uvolní jeden pin u mikrokontroléru, který byl využit k řízení tohoto tranzistoru.

Nevýhoda tohoto zapojení je, že se musí k teploměru přivádět tři vodiče místo dvou.



Obr. 4: Připojení napájení k teploměru pomocí externího napájení [1]

2 WIFI MODUL MINI SOCKET IWIFI

Při porovnání WiFi modulu Mini Socket iWifi s výrobkem od firmy Laird Technologies z řady WLM10x zjistíme, že konkurenční produkt od Laird Technologies používá jiný procesor. Další rozdílné parametry jsou porovnány v níže uvedené tabulce.

2.1 Porovnání parametrů

Porovnání dvou WiFi modulů od různých výrobců.

Tab. 2: Porovnání parametrů Mini Socket iWifi [2] a WLM10x [3]

	Mini Socket iWifi	WLM10x
Rozměry (VxŠxH)	41.0 x 31.5 x 5.0 mm	36.83 x 22.86 x 3.63 mm
Procesor	CO2144	2x ARM7
Napájecí napětí	3.3 V $\pm$ 10 %	Od 1.8 V do 3.3V
UART	1 (Rychlost 3 Mbps)	2 (Rychlost 921.6 kbps)
I ² C	-	1
PWM	-	1
AD převodník	-	2 (10bitové)
JTAG	-	1
SPI	-	2 (Rychlost pro režim SPI master 11 Mbps, rychlost pro režim SPI slave 3Mbps)
USB	-	-
WiFi standard	802.11 b/g	802.11 b/g/n
Internetové protokoly	ARP, ICMP, IP, UDP, TCP, DHCP, DNS, NTP, SMTP, POP3, MIME, HTTP, FTP, TELNET	UDP, TCP/IP (IPv4), DHCP, ARP, DNS, HTTP
Anténa	SMA konektor	Integrovaná
Cena (Cena Kč bez DPH)	1 190,- *	794,- **

* Cena převzata z <http://spezial.cz>

** Cena převzata z <http://cz.farnell.com>

Z porovnání produktů od Laird Technologies a ConnectOne je patrné, že WLM10x od Laird Technologies má jak lepší parametry, tak nižší pořizovací cenu. Nevýhodou ovšem je interní anténa. Internetové profily FTP a SMTP modulu Mini Socket iWifi, které v této práci nejsou využity, umožňují další rozšíření, a proto byl tento parametr zohledněn při výběru a modul Mini Socket iWifi zvolen pro realizaci.

2.2 Parametry WiFi modulu

Zde uvedené parametry jsou převzaty z datasheetu od výrobce ConnectOne [2].

- Napájecí napětí +3.3 V / $\pm 10\%$,
- zabudovaný SMA konektor pro externí anténu,
- komunikace přes USART,
- řada internetových protokolů uvedených v tabulce (**tab. 2**),
- vytvoření vlastního http serveru,
- 4 různé režimy řízení spotřeby energie.

2.2.1 Specifikace produktu Mini Socket iWifi

WiFi modul podporuje několik protokolů:

- **Internetové protokoly:** ARP, ICMP, IP, TCP, DHCP, DNS, NTP, SMTP, POP3, MIME, HTTP, FTP a TELNET,
- **zabezpečovací protokoly:** SSL3/TLS1, HTTPS, FTPS, RSA, AES-128/256, 3DES, RC-4, SHA-1, MD-2, MD-5, WEP, WPA, a WPA2,
- **protokoly zrychlené v HW:** AES, 3DES a SHA,
- **aplikační programové rozhraní:** Protokol AT+i od ConnectOne.

2.3 Popis WiFi modulu

WiFi modul Mini Socket iWifi je výrobek od firmy ConnectOne. Tento výrobce vyrábí řadu WiFi modulů a Bluetooth modulů na velmi vysoké úrovni kvality. Tento výrobek má poměrně malé rozměry a je tak vhodný pro použití do malých prostorů. Další výhodou tohoto výrobku je konektor SMA pro využití externí antény. Díky jednomu dvouřadému konektoru se standardní roztečí 2,54 mm je možno výrobek vložit do patice. U výrobku lze nastavit 2 webové servery, a to uživatelský a konfigurační.

Tento modul se hlavně používá jako náhrada komunikace s ethernetem při špatné dostupnosti síťového kabelu. Komunikace s WiFi modulem se provádí pomocí USART rozhraní, po kterém se posílají AT příkazy.



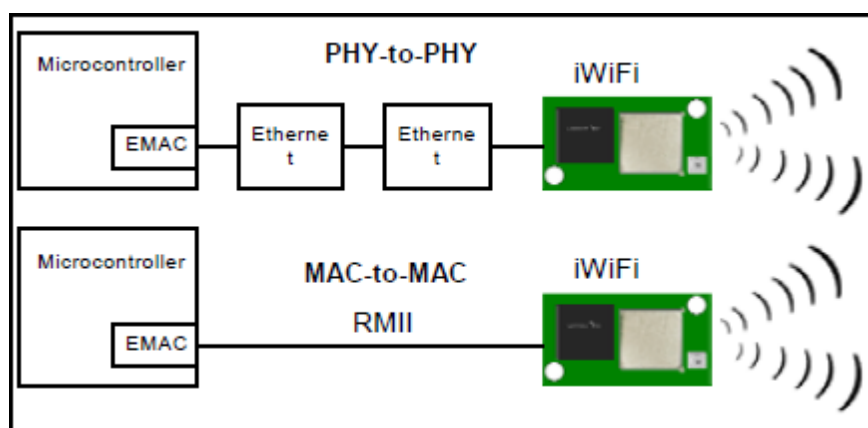
Obr. 5: Mini Socket iWiFi [2]

2.4 Podporované provozní režimy modulu Mini Socket iWiFi

WiFi modul podporuje různé provozní režimy.

2.4.1 LAN připojení na WiFi můstek

Umožňuje transparentní přemostění LAN přes WiFi, použitím přímého RMII připojení na stávající MAC vrstvu, nebo přímo PHY-to-PHY připojení.



Obr. 6: Zapojení z LAN na WiFi můstek [2]

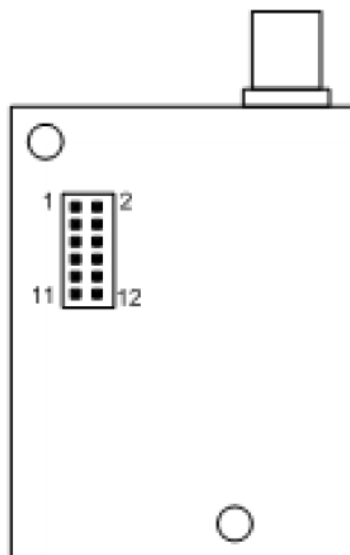
2.4.2 Režimy komunikující s Internetem

Umožňuje mikrokontroléru využívat protokoly, aplikace a komplexní internetové protokoly a služby, jako jsou E-mail, FTP, SSL, vlastní webový server a další. Zároveň

slouží jako firewall poskytující bezpečnost aplikace a sítě.

2.5 Rozložení pinů a konektor

Spodní pohled na desku Mini Socket iWifi.



Obr. 7: Rozložení konektorů na desce Mini Socket iWifi [2]

Tab. 3: Funkce pinů u konektoru [2]

Pin	Signál	Typ	Funkce
1	VCC	Napájecí	Napájecí napětí 3,3 V $\pm$ 0,3 V
2	GND	Napájecí	Zem.
3	RXD	Vstupní	UART 0 příjem
4	TXD	Výstupní	UART 0 vysílání
5	-RTS	Výstupní	UART 0 žádost o vysílání. Při nepoužívání musí být připojen k –CTS.
6	-DTR	Výstupní	Příchozí data jsou připravena.
7	-CTS	Vstupní	UART 0 povolení k vysílání. Při nepoužívání musí být připojen k –RTS.
8	-CD	Výstupní	Nepoužívaný pin

Pin	Signál	Typ	Funkce
9	-DSR	Vstupní	Nastavení připravení hostitelských dat.
10	-RES/-PD	Vstupní	RESET/Selhání napájení Při nastavení pinu na GND se vypnou všechny obvody a proudový odběr je 40μA. Při nastavení pinu na VCC všechny obvody pracují v normálním režimu.
11	MSEL	Vstupní	Při nastavení pinu na GND po více jak 5 sekund, se provede softwarový restart.
12	nRF_LED	Výstupní	RF LED indikátor

2.6 Komunikace pomocí AT příkazů

Komunikace s WiFi modulem přes UART se provádí přes posílání dat ve formátu AT<PŘÍKAZ>, kde <PŘÍKAZ> je vždy konkrétní pro očekávanou funkci a pro konkrétní modul. Tento princip se například používá i u GSM modulů pro posílání a přijímání SMS. Tyto příkazy jsou vždy různé od modulu k modulu a hlavně od výrobce k výrobcí. Kompletní příkazy lze vždy najít v programovacím datasheetu [4] od výrobce.

U modulů od ConnectOne jsou AT příkazy standardizovány na AT+i<PŘÍKAZ> ukončený znakem <CR> nebo dvěma znaky <CR> a <LF> (např. AT+iRP8 – tento příkaz vrací datum a čas). Po přijetí příkazu obvykle následují data odeslána z modulu po zpracování příslušného příkazu. Výjimku tvoří pouze příkaz ECHO, který lze zapsat i ve tvaru ATE<X><CR>. Podrobnější informace jednotlivých příkazů lze najít v datasheetu [4], nebo v programovací části [4], kde je však pouze výčet použitých příkazů.

Po odeslání příkazu zpravidla modul vysílá informační data specifická pro každý příkaz.

3 MIKROKONTROLÉR ATMEGA32

Při volbě mikrokontroléru pro práci bylo hlavním parametrem dostatečná velikost EEPROM paměti z důvodu ukládání dat. Dalším důležitým faktorem při volbě byla cena mikrokontroléru. Proto byly porovnány čtyři mikrokontroléry z řady AVR Mega s označením Atmega8L, Atmega16L, Atmega32L a Atmega64L.

3.1 Rozdíly mezi mikrokontroléry řady AVR Atmega

Porovnání čtyř mikrokontrolérů od výrobce Atmel řady Atmega.

Tab. 4: Rozdíly mezi mikrokontroléry řady AVR Atmega

	Atmega8L	Atmega16L	Atmega32L	Atmega64L
Flash paměť	8 kB	16 kB	32 kB	64 kB
SRAM	1 kB	1 kB	2 kB	4 kB
EEPROM	512 B	512 B	1 kB	2 kB
PWM	3	4	4	6+2
ADC převodník	6x10 bit	8x10 bit	8x10 bit	8x10 bit
Cena v Kč bez DPH *	52,-	95,-	91,-	198,-

* Ceny převzaty z <http://gme.cz>

Atmega8L byl vyřazen jako první, jelikož výrobce AVR v nejnovější verzi programovacího studia Atmel Studio přestal tyto mikrokontroléry podporovat. Další mikrokontrolér, který kvůli jeho vysoké ceně nebyl použit, byl Atmega64L.

V konečném důsledku už bylo jasné, že vybraný produkt Atmega32L, u kterého je cena dokonce o několik korun menší, než u Atmega16L, je ideálnější řešení.

Při případném snížení ceny vývojového kitu s mikrokontrolérem a spokojením se s menší pamětí pro ukládání dat by bylo možné použít i mikrokontrolér Atmega8L, ovšem za předpokladu úpravy DPS a použití nižší verze programovacího studia.

Vnitřní paměť EEPROM je v mikrokontroléru podmínkou, jelikož je zadáno ukládání dat do EEPROM při poruše komunikace s počítačem. Při potřebě větší EEPROM paměti je možné připojit externí EEPROM paměť, avšak pro naše potřeby bude vnitřní paměť v mikrokontroléru dostatečná

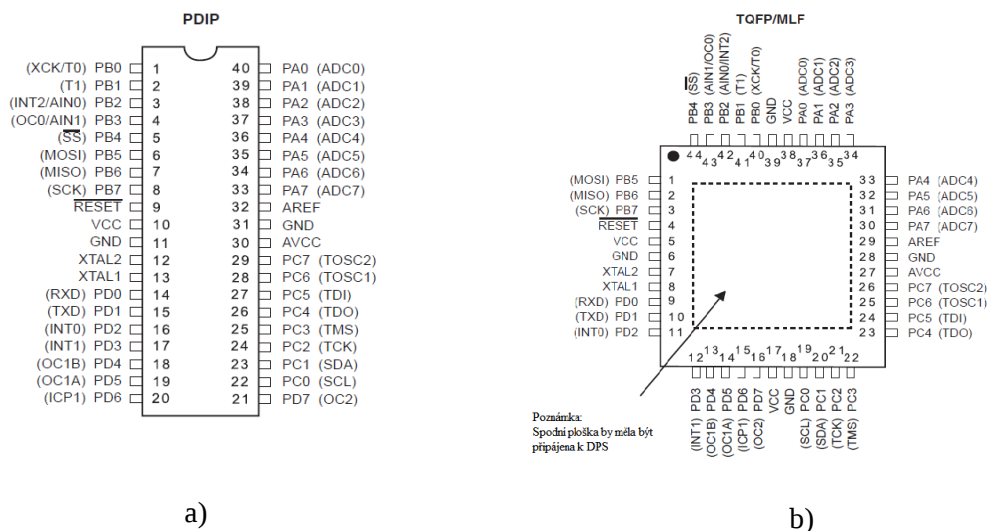
3.2 Popis mikrokontroléru

Mikrokontrolér Atmega32 se vyrábí ve dvou různých provedeních, a to s označením Atmega32 a Atmega32L. Rozdíly v provedení tohoto mikrokontroléru jsou v možnosti použití maximálních frekvencí krystalu a v napájení. Pro Atmega32 je možno napájet

mikrokontrolér od 4,5 V do 5,5 V a maximální frekvenci krystalu 16 MHz. Naopak Atmega32L je možno napájet už od napětí 2,7 V do napětí 5,5 V, avšak za cenu nižší maximální frekvence krystalu, a to pouze do 8 MHz.

3.2.1 Pouzdra mikrokontroléru

Mikrokontrolér se vyrábí ve třech různých pouzdrech. PDIP, TQFP a MLF. Kde PDIP a MLF je možno dát do patice a pouzdra TQFP je přizpůsobeno pro SMT montáž.



Obr. 8: Pouzdra a)PDIP, TQFP a b) MLF [5].

4 NÁVRHY VÝVOJOVÝCH KITŮ A KONEČNÉ REALIZACE DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ

Vývojový kit pro měření dvou teplot byl navrhnout pro dodatečné úpravy zařízení a komunikaci mikrokontroléru jak pomocí WiFi modulu, tak pomocí komunikace USART. Podle potřeb byly navrženy tři vývojové kity na sobě nezávislé. Jako první byl navrhnout a následně zkonstruován vývojový kit pro řídicí jednotku, a to s mikrokontrolérem Atmega32. Jako druhý je navrhnout *napájecí vývojový kit* pro výstup dvou různých napětí. První stabilizátor byl použit LM1117, který slouží pro stabilizaci napětí na 3,3 V, jako napájení celé soustavy [6]. A druhý stabilizátor z řady 78xx, a to konkrétně 7805 pro stabilizaci napětí na 5 V. Dvě různé stabilizace napětí byly navrženy z důvodu, že WiFi modul lze napájet pouze 3,3 V, avšak teplotní čidla dokážou být napájena od 3 V do 5,5 V a mikrokontrolér od 2,7 V do 5,5 V.

4.1 Vývojový kit s mikrokontrolérem Atmega32

Vývojový kit s Atmega32 obsahuje standardní ISP konektor pro přímé naprogramování mikrokontroléru. Dále obsahuje dvouřadou kolíkovou lištu s označením JUM6, kde tato lišta je z jedné strany připojena na piny XTAL1 a XTAL2, na které se přivádí externí krystal. Toto řešení je vytvořeno pro další DPS, na kterém je dutinková lišta s kondenzátory. Dutinková lišta slouží k připojení libovolného krystalu, bez nutnosti odpájet krystal a znovu pájet jiný. Další konektor s označením JUM5 slouží k přivedení externího napájení, např. dalšího vývojového kitu s označením Napájecí vývojový kit. Dále je připojen rezistor s označením R15 mezi RESET mikrokontroléru a napájecí napětí. Při přivedení log. 0 na pin RESET by se provedl restart mikrokontroléru, avšak toto v našem zapojení realizováno není. Další připojené součástky jsou kondenzátory s označením C13 až C15, které jsou připojeny na všechny napájecí vývody mikrokontroléru, mezi napájecí vývod a zem. Cívka, která je označena jako L2, a kondenzátor C16 jsou připojeny jako LC obvod, který je připojen na pin ADDC a slouží k napájení převodníku AD. Při nezapojení tohoto LC obvodu by nám AD převodník nefungoval. Tento LC obvod je připojen v důsledku dalších experimentů s mikrokontrolérem, avšak i při nepoužití LC obvodu musíme přivést ADDC pin přímo na napájecí napětí. V poslední řadě jsou připojeny konektory JUM4, JUM8, JUM9, JUM10 na porty A až D.

4.2 Popis napájecího vývojového kitu

Napájecí vývojový kit je navrhnout s jedním vstupním napětím, které nesmí přesáhnout 20 V z důvodů parametrů stabilizátorů. Sice u stabilizátoru 7805 výrobce udává v datasheetu maximální vstupní napětí až 35 V, avšak je nutné počítat s nižším napájecím napětím a to je uvedeno u výrobce druhého stabilizátoru LM1117, který udává pouze 20 V v datasheetu. Oba tyto stabilizátory jsou zapojeny podle datasheetu.

Konektory s označením JUM1 a JUM2 slouží k napájení několika zařízení záraz.

4.3 Popis vývojového kitu USART

Vývojový kit USART je navrhnut pro komunikaci mikrokontroléru nebo WiFi modulu s počítačem při testování výrobku. Tento integrovaný obvod FT232RL byl použit z důvodu, že dokáže převádět TTL signál na USB rozhraní. Jelikož zkoušení celého zařízení je prováděno na notebooku, je USB rozhraní nutností z důvodu absence sériové linky na notebooku.

Připojení USB rozhraní k jednočipovému převodníku je částečně inspirováno z datasheetu od výrobce integrovaného obvodu a zároveň vychází ze zapojení uveřejněného v bakalářské práci Návrh optického snímače polohy [7].

4.4 Konečný návrh desky

Po testování vývojových kitů a vývoji programu pro mikrokontrolér byla vyvinuta konečná podoba jediné desky. Na této desce je použito napájecí napětí pro všechny zařízení stejné, a to 3,3 V. Další změnou oproti vývojovým kitům bylo použití jiného stabilizátoru LM1084IT-3.3V s vyšším výstupním proudovým zatížením a vyšším vstupním napětím. Dalším použitým obvodem bylo nabíjení napájecího obvodu baterie, kde byl využit stabilizátor LM317T s nastavením napětí nabíjení 6 V baterie s omezením nabíjecího proudu. Na desce je umístěna patice pro WiFi modul, konektor pro připojení teplotních čidel, napájecí konektor, konektor pro připojení baterie a konektor pro ISP naprogramování procesoru. Pro návrh desky bylo zapotřebí vytvoření vlastní knihovny v programu EAGLE 6.3.0 pro Mini Socket iWiFi, napájecí konektory, tlumivku a relé, které jsou přiloženy na CD. Následná deska byla navržena pro vložení do krabičky, proto v desce byly přidány montážní díry.

5 VÝVOJ PROGRAMU

Při vývoji programu pro mikrokontrolér bylo nutné nastavit WiFi modul přes sériovou linku AT příkazy uvedenými níže, které jsou potřebné k funkčnosti celé sestavy. [8]

5.1 Nastavení WiFi modulu

K nastavení WiFi modulu je nejprve nutné ho připojit k počítači přes sériovou linku a následně nastavit vnitřní parametry WiFi modulu. Nastavení parametrů lze provést buď pomocí programu od výrobce, nebo pomocí jakéhokoliv terminálu (např. Hyperterminal z Windows XP). Bohužel nevýhodou použití programu je omezení pouze na 32bitových operačních systémech, naproti tomu Hyperterminal lze využít na jakémkoliv operačním systému od Windows, formou portable.

Po odeslání příkazu a následném přijetí příkazu mikrokontrolérem jsou odeslány potvrzující informace ve tvaru I/OK<CR>. Při chybě jsou odeslány data modulem ve tvaru I/ERROR(<Číslo chyby>)<CR>. Některé příkazy mají své specifitější odpovědi, které jsou uvedeny v datasheetu [4].

Příkaz FD

Příkaz pro uvedení modulu do defaultního nastavení. Při tomto příkazu se nastaví všechny parametry do defaultního nastavení.

Příkaz E<n>

Příkaz pro ovládání parametru ECHO, který při nastavení do n=1 umožňuje posílání přijatého znaku zpět po sériové lince. Při nastavení do n=0 se přijatý znak neodesílá nazpět, tím pádem po sériové lince do mikrokontroléru přichází pouze zpracovaná data. Dále se po zpracovaných datech z modulu posílají ukončovací znaky <CR> a <LF> místo samotného ukončovacího znaku. Po připojení napájení k modulu se tento parametr defaultně nastaví do n=1,

- výchozí - defaultní nastavení: 1,
- formát odeslání: ATE0.

Příkaz DIP

Příkaz pro nastavení IP adresy WiFi modulu. Takto je nastaven parametr z důvodu nalezení webového serveru v místní síti. Tento parametr lze vynechat, avšak IP adresu poté lze zjistit až po přidělení WiFi routerem,

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: AT+iDIP=10.0.0.200<CR>.

Příkaz IPA

Příkaz pro nastavení IP adresy v síti. Připojením napájení se tento parametr nastaví na hodnotu uvedenou v parametru DIP,

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: AT+iIPA=10.0.0.200<CR>.

Příkaz IPG

Příkaz pro nastavení IP adresy routeru v síti,

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: AT+iIPG=10.0.0.138<CR>.

Příkaz SNET

Příkaz pro nastavení masky sítě,

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: AT+iSNET=255.255.255.0<CR>.

Příkaz BDRF

Příkaz pro nastavení rychlosti sériové linky (USART),

- výchozí - defaultní nastavení: a (Automatické zjištění rychlosti),
- formát odeslání: AT+iBDRF=5<CR> (9600 Bd).

Příkaz HIF

Příkaz pro nastavení způsobu komunikace mezi mikrokontrolérem a WiFi modulem,

- defaultní nastavení: 0 (Automatická detekce komunikace),
- formát odeslání: AT+iHIF=1<CR> (USART0).

Příkaz AWS

Příkaz pro aktivaci webového serveru na místní síti,

- výchozí - defaultní nastavení: 0 (Webový server deaktivován),
- formát odeslání: AT+iAWS=3<CR> (Aktivace webového serveru pro zobrazení maximálně 6 současně).

Příkaz WLSI

Příkaz pro nastavení identifikačního jména SSID sítě, ke které se WiFi modul bude připojovat,

- výchozí - defaultní nastavení: Prázdné,
- formát odeslání: AT+iWLSI=N_home<CR>.

Příkaz WSI<n>

Příkaz totožný jako WLSI, avšak modul umožňuje nastavení až 10 různých sítí. Parametrem <n> lze zvolit příslušné pole pro síť. Lze volit mezi n=0-9.

Příkaz WLCH

Nastavení přijímacího kanálu pro WiFi modulu totožným s vysílacím kanálem routeru,

- výchozí - defaultní nastavení: 0,
- formát odeslání: AT+iWLCH=5<CR> (Kanál č.5).

Příkaz WSEC

Příkaz pro nastavení šifrování routeru,

- výchozí - defaultní nastavení: 0,
- formát odeslání: AT+iWSEC=1<CR> (WPA2-AES).

Příkaz WST<n>

Příkaz totožný jako WSEC, avšak modul umožňuje nastavení šifrování pro každou síť jednotlivě. Parametrem <n> lze zvolit příslušnou síť. Lze volit mezi n=0-9

Příkaz WLPP

Nastavení hesla pro připojení k síti,

- výchozí - defaultní nastavení: Prázdné,
- formát odeslání: AT+iWLPP=ABCDEF123456<CR>.

Příkaz WPP<n>

Totožný příkaz jako WLPP avšak modul umožňuje nastavení hesla pro každou síť jednotlivě. Parametrem <n> lze zvolit příslušnou síť. Lze volit mezi 2n=0-9.

Příkaz DNS1

Parametr pro nastavení prioritního přístupového bodu k překladu IP adresy na doménová jména (např. z tvaru 8.8.8.8 na www.google.com),

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: AT+iDNS1=10.0.0.138<CR>.

Příkaz DNS2

Nastavení sekundárního přístupového bodu k překladu IP adresy na doménová jména,

- výchozí - defaultní nastavení: 0.0.0.0,
- formát odeslání: 8.8.8.8.

Příkaz NTS<n>

Příkaz pro definování časového serveru. Použitím n=1 lze nastavit primární časový server a n=2 lze nastavit sekundární časový server,

- výchozí - defaultní nastavení: Prázdné,
- formát odeslání: AT+iNTS1=ntp.nic.cz<CR>.

Příkaz GMT0

Definování časového pásma. Pásmo se nastaví posunutím času o příslušný počet hodin v rozmezí -12 h ... +12 h,

- výchozí - defaultní nastavení: 0,
- formát nastavení: AT+iGMT0=+1<CR>.

Příkaz NTOD

Parametr pro povolení aktualizace času,

- výchozí - defaultní nastavení: 0,
- formát nastavení: AT+iNTOD=1<CR>.

Příkaz URL

Nastavení adresy pro odesílání dat do databáze přes POST skript,

- výchozí - defaultní nastavení: Prázdné,
- formát odeslání: AT+iURL="http://www.trest.xf.cz/poslani.php"<CR>.

Příkaz SLNK

Příkaz k odeslání dat na webovou stránku uloženou v parametru URL. Po přijetí tohoto příkazu jsou po vrácených datech I/OK<CR>, následně odeslána data I/XXX<CR><LF>, kde XXX značí vrácenou binární hodnotu velikosti načtené stránky, poté vypíše samotný obsah stránek (pouze HTML skript), ukončené příkazem I/ONLINE<CR>, při případné komplikaci odešle I/ERROR(<Číslo chyby>)<CR>

- formát odeslání:

AT+iURL: Datum=20140522234355&&_Znamenko1=1<CR><LF>,
.<CR><LF>.

Příkaz RP8

Příkaz, který vrací čas z časového serveru, definovaného u příkazu NTS<n>,

- vrácená hodnota: YYYY-MM-DDTHH:MM:SS±hh:mm<CR>,
- příklad vrácené hodnoty: 2014-05-18T17:40:33±01:00<CR>,
- formát odeslání: AT+IRP8<CR>.

Příkaz PING

Příkaz, který vrací hodnotu pingu ke zvolené adrese. Po přijetí tohoto příkazu jsou následně odeslány příkazy I/(XXXX)<CR>, kde XXXX udává hodnotu pingu k webové stránce v milisekundách a příkaz I/OK<CR>, případně I/ERROR(<Číslo chyby>),

- Formát odeslání: AT+iPING=www.trest.xf.cz<CR>.

5.2 Knihovny pro mikrokontrolér

Knihovny pro zařízení byly vytvořeny z důvodu přehlednějšího programu. [9] [10]

5.2.1 Knihovna UART

Knihovna UART byla vytvořena dle informací z datasheetu [5]. Obsahuje kromě inicializace sériové linky proceduru pro příjem jednoho znaku o velikosti 1 Bajt, odeslání jednoho znaku o velikosti 1 Bajt, odeslání pole znaků bez ukončovacích znaků, odeslání pole znaků ukončených znakem <CR> i odeslání pole znaků ukončených znakem <CR><LF>.

```
/* Inicializační procedura obsahující nastavení odesílání, příjem  
dat a povolení přerušení příjmu po sériové lince. Dále nastavení  
R/T pomocí 8 bitů a 1 stop bit. */  
void USART_Init( unsigned int baud );  
  
/* Procedura pro příjem jednoho znaku a ukládání z registru UDR do  
vrácené proměnné. */  
unsigned char USART_receive( void );  
  
/* Procedura pro odesílání jednoho znaku po sériové lince. */  
void USART_transmit( unsigned char data );  
  
/* Rozšíření procedury pro odesílání jednoho znaku na odesílání  
pole znaků.*/
```

```

void USART_putstring( char * StringPtr);

/* Upravená procedura odesílání pole znaků s přidáním ukončovacím
znakem <CR> pro AT příkazy. */
void USART_send_atcom_CR( char *data);

```

5.2.2 Knihovna Time_Zaloha

Následující knihovna je vytvořena z důvodu nutnosti zálohování dat při chybě komunikace mezi WiFi modulem a Routerem. Tím vzniká problém v časovém zařazení jednotlivých měřených teplot. Díky příkazu RP8 [4] lze zjistit aktuální datum a čas bez nutnosti použití obvodu s reálným časem. Při programování našeho programu je zvolena časová konstanta, po které se vždy na databázový server přes POST skript odešlou data, která byla zvolena na 5 minut. Díky tomuto známému parametru „Časové konstantě“ a po projetí alespoň jednoho cyklu bez chybného připojení lze připočítávat k známému času 5 minut.

I kdyby byla časová konstanta z datového typu char na integer a zvýšena o 5 (v našem případě předpokládaných 5 minut) a převedena zpět na datový typ char, byla by způsobena chyba z toho důvodu, že 1 hodina odpovídá 60 minutám. Proto byla vytvořena tato knihovna, která dokáže přičítat po každém cyklu 5 minut s kontrolou přetečení. Kde by se mohlo stát v nejhorším případě, že by čas mohl vypadat následovně: 2014-13-32T24:65:00 (Ve formátu: YYYY-MM-DDTHH:MM:SS). Při vývoji byl zároveň brán v potaz různý počet dní v měsících.

V následující ukázce je předvedeno zvýšení o 5 minut s kontrolou přetečení. Stejného principu je docíleno v ostatních procedurách.

```

char Uprava_Casu_Minuty( char UCM_text[15] ) {
    switch( UCM_text[11] ) { //Zjištění aktuální hodnoty
        case '0': { //Zjištěná hodnota
            UCM_text[11] = '5'; //Přičtení 5 minut
            break; //Ukončení
        }
        ...
        case '9': { //Zjištěná hodnota
            UCM_text[11] = '4'; //Přičtení 5 minut s přetečením
            Uprava_Casu_Deseti_Minuty(UCM_text); //Zavolání procedury
            s přetečením na další znak
            break; //Ukončení
        }
        default: { //Zjištění Errorové hodnoty
            UCM_text[11] = 'E';
            break;
        }
    }
    return UCM_text; //Vrácení přepočtené časové
konstanty
}

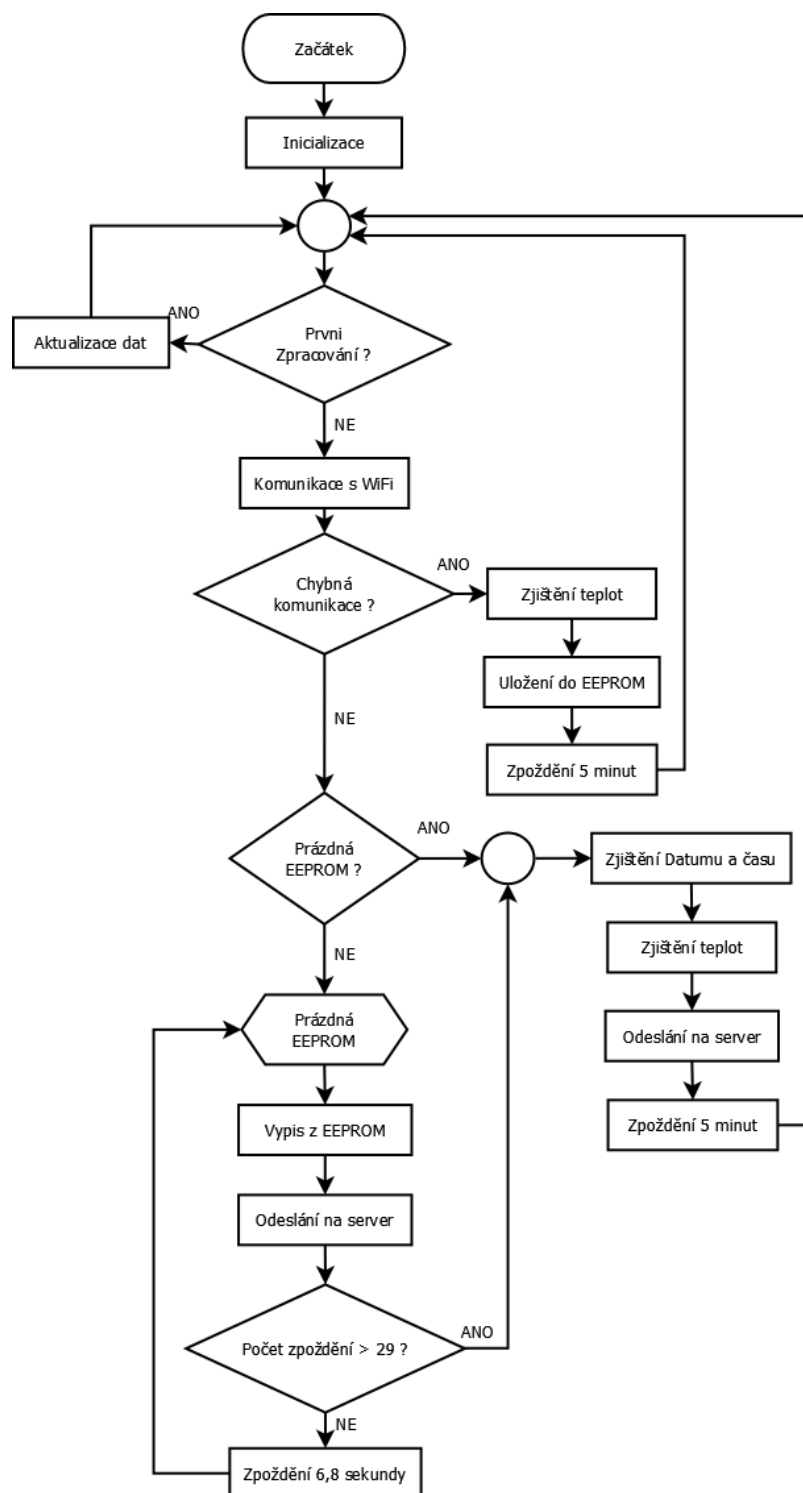
```

5.2.3 Ostatní knihovny

Další použitá knihovna DS18B20 byla vytvořena pro komunikaci mezi teplotním čidlem a mikrokontrolérem. Knihovna obsahuje funkce pro inicializaci čidla, přijímání 1 bitu, odeslání 1 bitu, rozšíření na přijímání a odeslání 1 Bajtu, čtení měřené teploty z paměti čidla a převod teploty na stupně [11].

V neposlední řadě byla využita knihovna pro vnitřní ADC převodník [12].

5.2.4 Vývojový diagram programu pro mikrokontrolér



Obr. 9: Vývojový diagram programu pro mikrokontrolér

5.3 Ukládání do databáze

Pro ukládání dat je zapotřebí vytvoření tabulky v databázi s jazykem MySQL (verze 5.0.67). Po vytvoření tabulky bylo nutné vytvořit PHP (verze 4.3.4) skript pro ukládání dat do databáze napsaný do souboru poslani.php. Tento soubor je uložen na serveru. Zobrazení poslední naměřené teploty ukazuje soubor temp.php uložený rovněž na serveru.

5.3.1 Vytvoření tabulky v databázi

Tabulka byla vytvořena následujícím SQL příkazem.

```
CREATE TABLE Teplota (
index INT(255) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
cas DATETIME() NULL,
znamenko1 VARCHAR(1) NULL,
cele1 VARCHAR(3) NULL,
desetiny1 VARCHAR(4) NULL,
znamenko2 VARCHAR(1) NULL,
cele2 VARCHAR(3) NULL,
desetiny2 VARCHAR(4) NULL
);
```

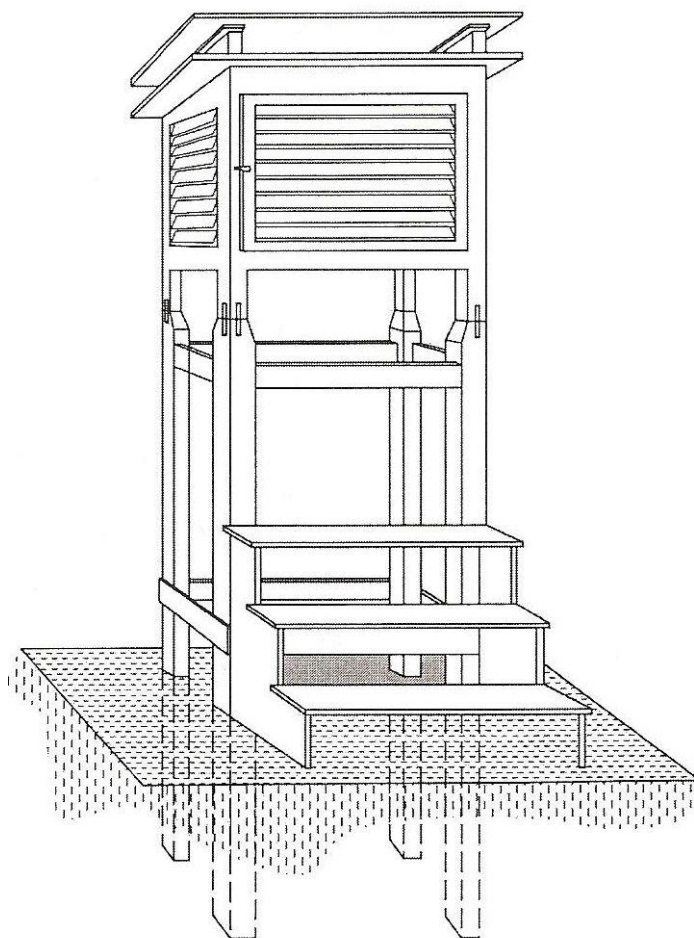
5.3.2 Soubor poslani.php

Kombinací HTML a PHP kódu, byla vytvořena stránka pro ukládání přijatých informací přes POST příkaz a pro ukládání do databáze.

```
<html>
<head>
<title></title>
</head>
<body>
<?php
    session_start();
    //Přihlášení k databázi
    require_once("main/nastaveni.php");
    $link=MySQL_Connect($SQL_Server, $SQL_Uzivatel, $SQL_Heslo) or
Die (MySQL_Error());
    MySQL_Select_Db($Database) or Die (MySQL_Error());
    //Uložení do proměnných
    $datum = $_POST['Datum'];
    $znamenko1 = $_POST['Znamenko1'];
    $cele1 = $_POST['Cele1'];
    $desetiny1 = $_POST['Desetiny1'];
    $znamenko2 = $_POST['Znamenko2'];
    $cele2 = $_POST['Cele2'];
    $desetiny2 = $_POST['Desetiny2'];
    $sql="INSERT INTO Teplota VALUES (null, '$datum', '$znamenko1',
'$cele1', '$desetiny1', '$znamenko2', '$cele2', '$desetiny2')";
    //Provedení SQL dotazu
    $vysledek = MySQL_Query($sql);
?>
</body>
</html>
```

5.4 Meteorologické standardy

Meteorologické standardy měření se neomezují pouze na měření teploty, ale i na měření vlhkosti vzduchu, směru a rychlosti větru, množství vodních srážek, množství napadaného sněhu, množství oblačnosti apod. Avšak v této práci je měřena pouze teplota, proto jsou použita pouze dvě čidla pro měření teploty. Jedno čidlo je umístěno ve výšce 5 cm nad zemí a druhé ve výšce 2 m nad zemí. Čidlo umístěné ve 2 m nad zemí se vkládá do standardní meteorologické budky bílé barvy s dvojitými žaluziovými stěnami, dvojitou střechou a drátěným dnem. Žaluziové stěny a drátěné dno zaručují proudění vzduchu bez vlivu přímých slunečních paprsků, které by mohly ovlivnit měření. [13]



Obr. 10: Standardní meteorologická budka [13].

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo měření teploty pomocí dvou identických čidel. Pro dosažení tohoto cíle bylo vytvořeno zařízení komunikující s čidly a zpracovávající naměřená data. Ta jsou následně odeslána do databáze uložené na internetu. Použití WiFi modulu namísto klasického LAN modulu bylo zvoleno z důvodu pohodlnějšího a technologicky snazšího připojení k internetu a tedy i k databázi.

Při případném výpadku napájení bylo nutno, pro udržení nepřetržitého chodu, zajistit napájení zařízení ze záložní baterie. Při vybití baterie pod pro zařízení kritickou úroveň. Úroveň byla zvolena tak, aby zařízení bylo schopno pracovat alespoň po dobu, než se zaplní EEPROM paměť, je aktivována část obvodu nabíjející baterii. Úroveň nabití baterie je kontrolována napětím na ní, které je snímáno převodníkem AD v mikrokontroléru. Při obnovení napájení jsou data z EEPROM paměti zpětně odeslána do internetové databáze bez jakéhokoli vlivu na cyklus měření.

Vytvořené zařízení bylo úspěšně odsimulováno programem PROTEUS ISIS, kde byl i následně doladěn program pro mikrokontrolér. Poté bylo celé zařízení realizováno.

První testování modulu bylo provedeno odposloucháváním datových vodičů sériové linky mezi vývojovým kitem s mikrokontrolérem a WiFi modulem. Mezi ně byl připojen vývojový kit USART spojený s počítačem a díky tomu bylo možno v reálném čase pozorovat protékající data. Dalším ověřením funkčnosti bylo zobrazení obsahu tabulky v databázi uložené na internetu, kde byla pozorována nově ukládaná data.

Pro zlepšení komunikace s WiFi modulem, která byla testováním posouzena jako nespolehlivá, byl původně použitý krystal nahrazen přesnějším. Po výměně krystalu chybovost výrazně klesla.

Webová stránka, sloužící ke zpracování a zobrazení naměřených hodnot z databáze, zobrazuje naposledy změřenou standardizovanou teplotu měřenou uvnitř meteorologické budky, která eliminuje vliv okolí (sluneční svit a vítr) a také přízemní teplotu měřenou 5 cm nad zemí. Dále je možno tuto stránku upravit dle požadavku uživatele, například zobrazením nejnižší a nejvyšší teploty za posledních 24 hodin, průměrné denní teploty nebo vykreslením průběhu teplot.

LITERATURA

- [1]. **Maxim Integrated.** DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer Datasheet. *San Jose*. [Online] 2008. [Citace: 29. květen 2014.] <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.
- [2]. **Connect One Ltd.** Mini Socket iWiFi Datasheet. [Online] 2012. [Citace: 29. květen 2014.] http://www.connectone.com/wp-content/uploads/2012/08/Mini_Socket_iWiFi_DS_120.pdf.
- [3]. **Laird Technologies.** WLM10x User Manual. *Earth City*. [Online] 2011. [Citace: 29. květen 2014.] <http://www.lairdtech.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=2147484634>.
- [4]. **Connect One Ltd.** ATi Programmers Manual. [Online] 2013. [Citace: 29. květen 2014.] http://www.connectone.com/wp-content/uploads/2013/08/ATi_Programmers_Manual_8_41.pdf.
- [5]. **Atmel Corporation.** *Atmega32 Datasheet*. [Online] 2011. [Citace: 29. květen 2014.] <http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>.
- [6]. ADDING POWER: VOLTAGE REGULATION. *MicroBuilder*. [Online] [Citace: 29. května 2014.] <http://www.microbuilder.eu/Tutorials/Fundamentals/voltageeregulation.aspx>.
- [7]. **Straka, Radomír.** NÁVRH OPTICKÉHO SNÍMAČE POLOHY. *Bakalářská práce*. [Online] 2010. [Citace: 29. květen 2014.] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27785.
- [8]. **Pandatron.** Konstrukce Web serveru s moduly Connect One. [Online] http://pandatron.cz/?706&konstrukce_web_serveru_s_moduly_connect_one.
- [9]. PROGRAMUJEME AVR V JAZYKU C - 2. ČÁSTĚ. *Svetelektro*. [Online] 2012. [Citace: 29. květen 2014.] <http://svetelektro.com/clanky/programujeme-avr-v-jazyku-c-2-cast-446.html>.
- [10]. **Karas, Ondřej.** AVR. *Programujte.com*. [Online] [Citace: 29. květen 2014.] <http://programujte.com/clanky/92-avr/>.
- [11]. **Atmel Corporation.** AVR Libc Reference Manual. [Online] [Citace: 29. květen 2014.] http://www.atmel.no/webdoc/AVRLibcReferenceManual/group__avr__eeprom.html.
- [12]. **Elektronické konstrukce.** Knihovny pro AVR. [Online] [Citace: 29. květen 2014.] <http://mujweb.cz/elecon/cz/knihovnyavr/knihovnyavr.html>.
- [13]. **Čermák, Milan.** Meteorologická stanice Maruška - Hostýnské vrchy. [Online] [Citace: 29. květen 2014.] http://maruska.ordoz.com/meteorologie/meteorologicke_stanice.

SEZNAM ZKRATEK

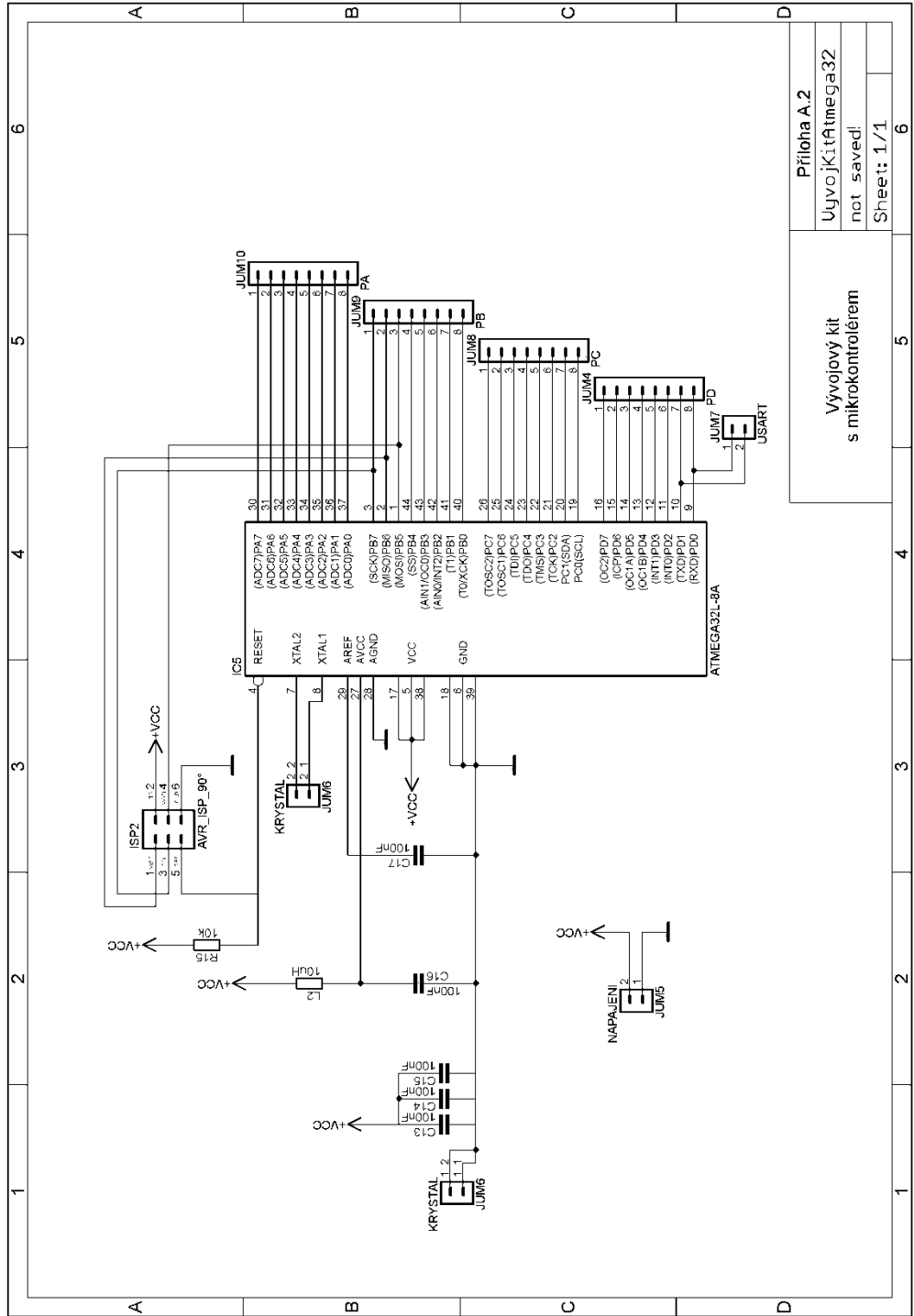
WAT	WiFiAtmegaTemperature, název konečné desky
USART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter, synchronní / asynchronní komunikace přes sériovou linku
PDIP	Plastic Dual Inline Package, druh pouzdra
TQFP	Thin Quad Flat Pack, druh pouzdra
MLF	Micro Lead Frame, druh pouzdra

SEZNAM PŘÍLOH

A	Návrh zařízení	A.1
	Vývojový kit s mikrokontrolérem	A.2
	Vývojový kit USART	A.3
	Napájecí vývojový kit.....	A.4
	Obvodové zapojení WAT (WiFiAtmegaTemperature)	A.5
	Deska plošného spoje pro vývojový kit s mikrokontrolérem – top (strana součástek)	A.8
	Deska plošného spoje pro vývojový kit s mikrokontrolérem – bottom (strana spojů)	A.8
	Deska plošného spoje pro vývojový kit USART – top (strana součástek).....	A.9
	Deska plošného spoje pro vývojový kit USART – bottom (strana spojů)	A.9
	Deska plošného spoje pro napájecí vývojový kit – bottom (strana součástek)	A.9
	Deska plošného spoje WAT s mikrokontrolérem – top (strana součástek).....	A.10
	Deska plošného spoje WAT – bottom (strana spojů)	A.11
	Maska pro desku plošného spoje WAT – top (strana spojů)	A.12
	Maska pro desku plošného spoje WAT – bottom (strana spojů).....	A.13
	Potisk desky plošného spoje WAT – top (strana spojů)	A.14
	Potisk desky plošného spoje WAT – bottom (strana spojů).....	A.15
B	Seznam součástek	A.16

A NÁVRH ZAŘÍZENÍ

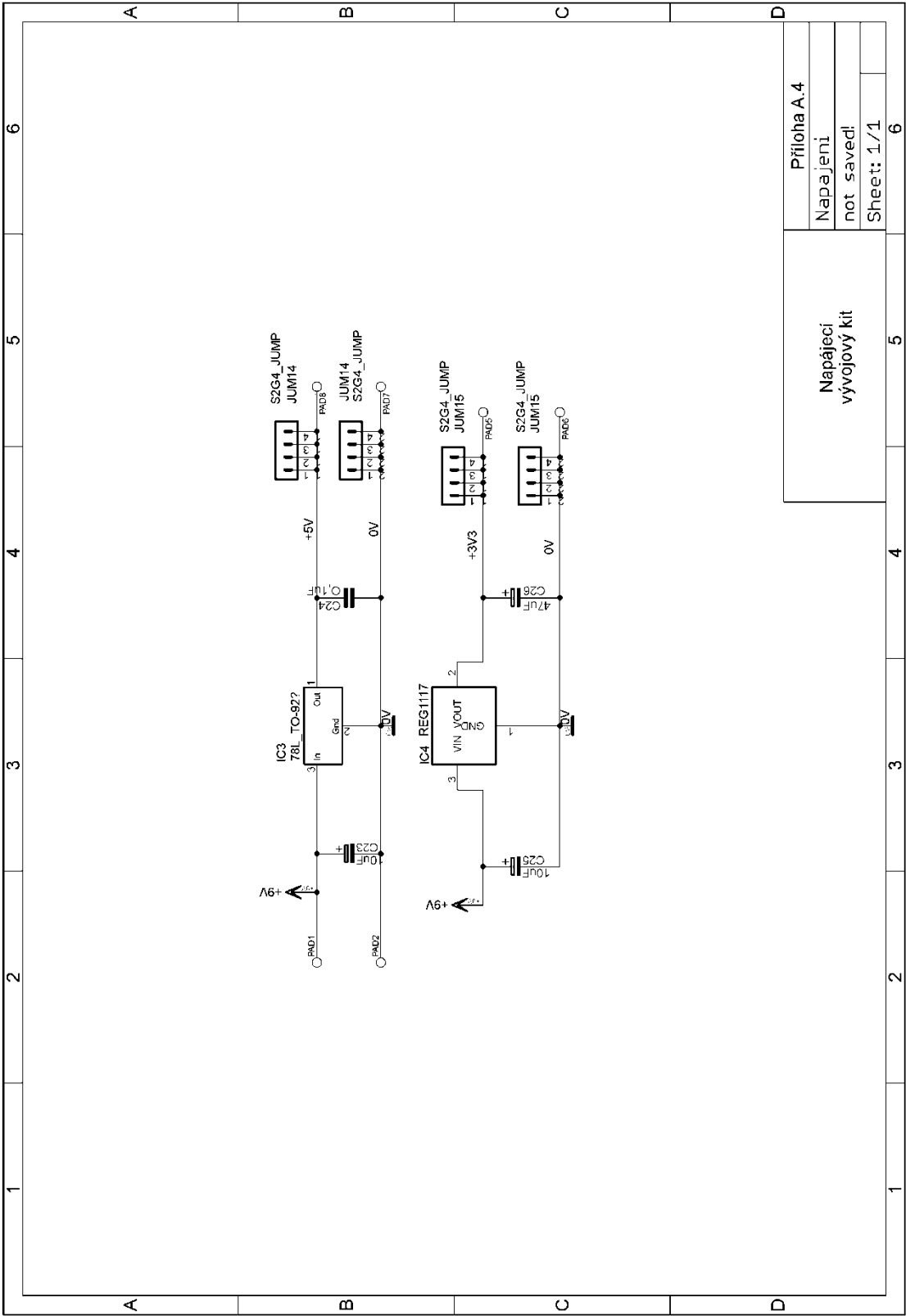
Vývojový kit s mikrokontrolérem



Obr. 11: Vývojový kit s mikrokontrolérem

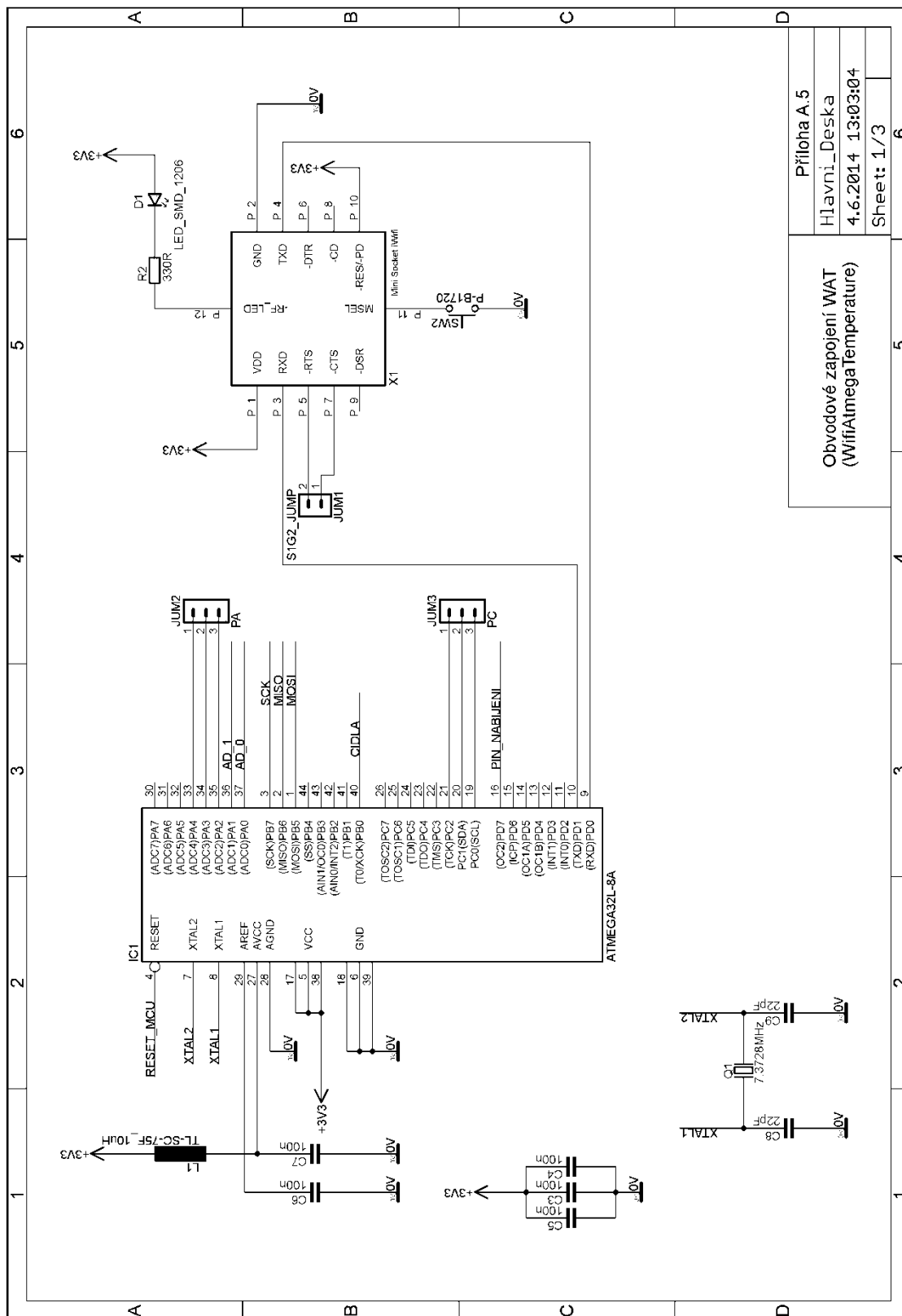
A.3

Napájecí vývojový kit

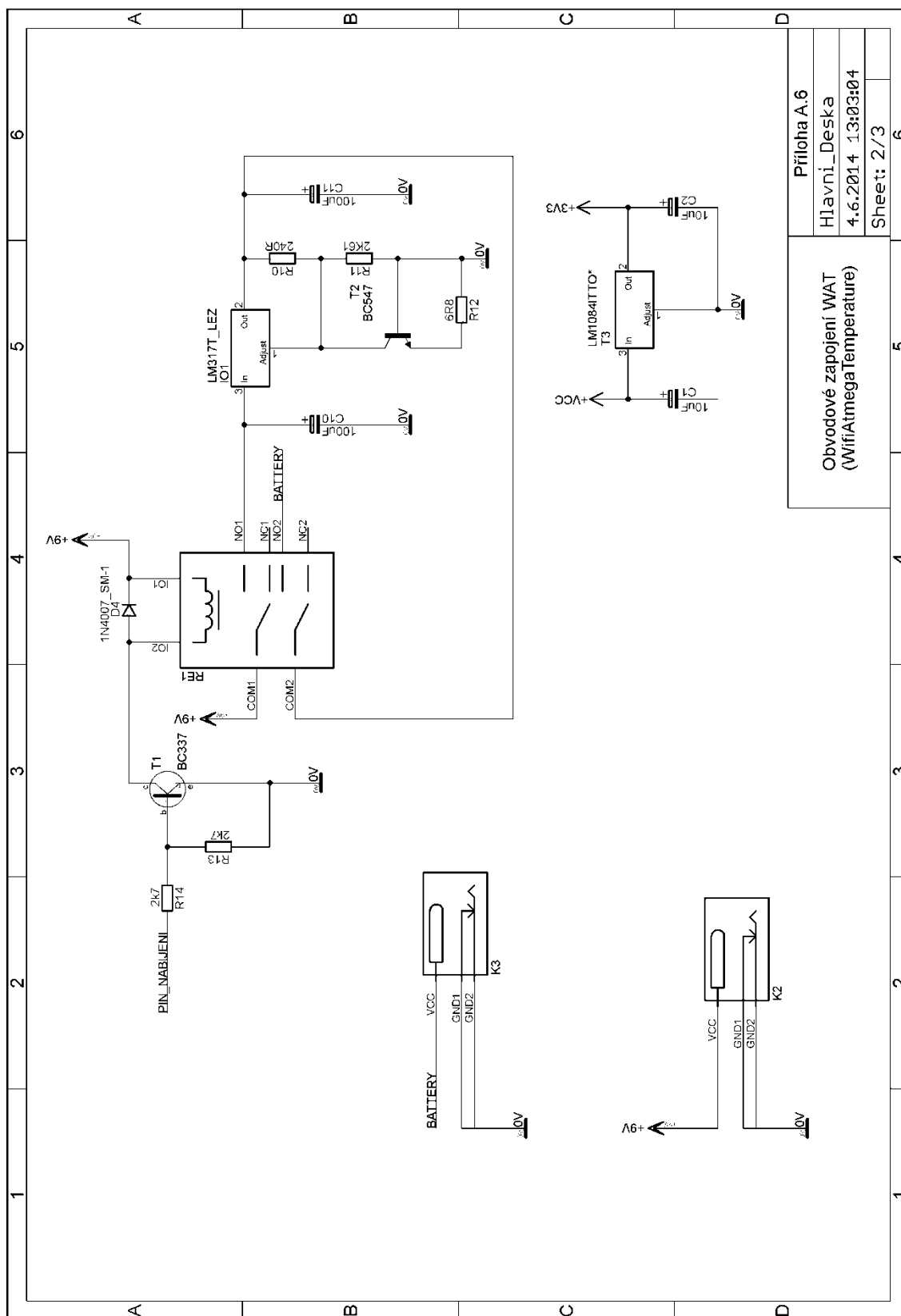


Obr. 13: Napájecí vývojový kit

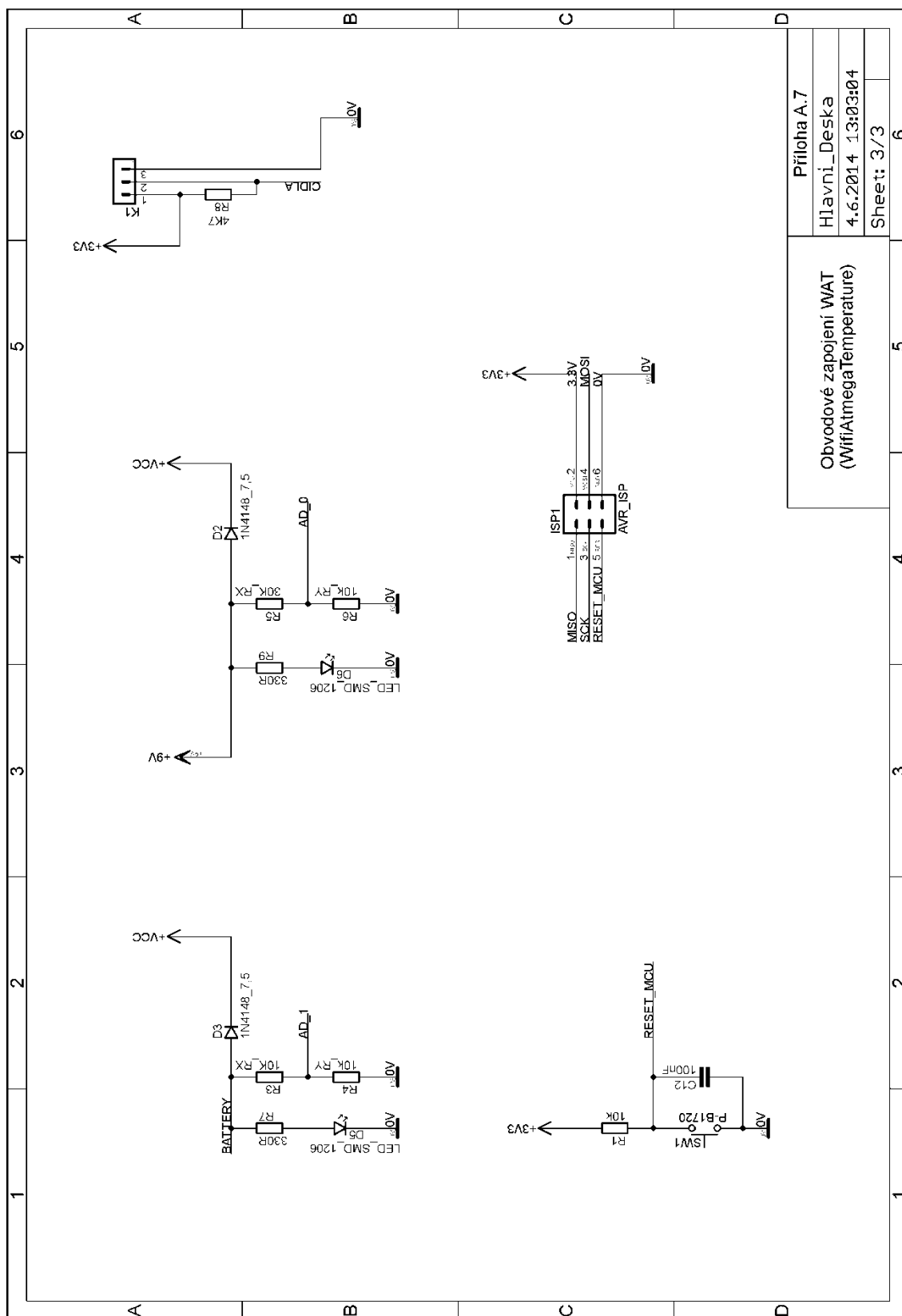
Obvodové zapojení WAT (WiFiAtmegaTemperature)



Obr. 14: Obvodové zapojení WAT sešit 1

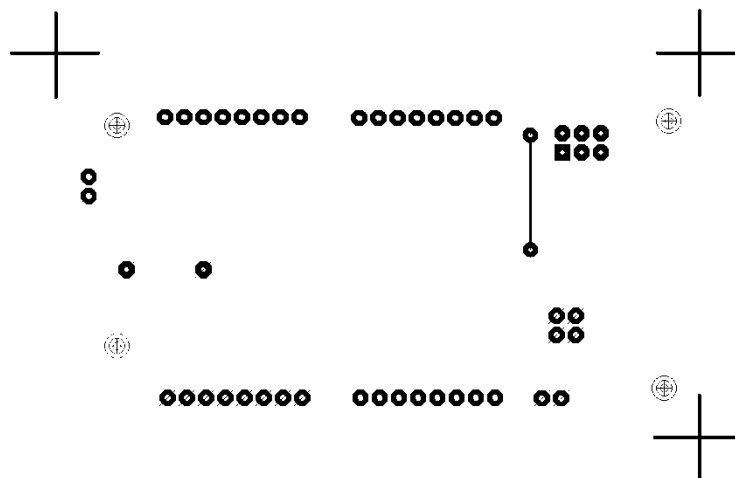


Obr. 15: Obvodové zapojení WAT sešit 2



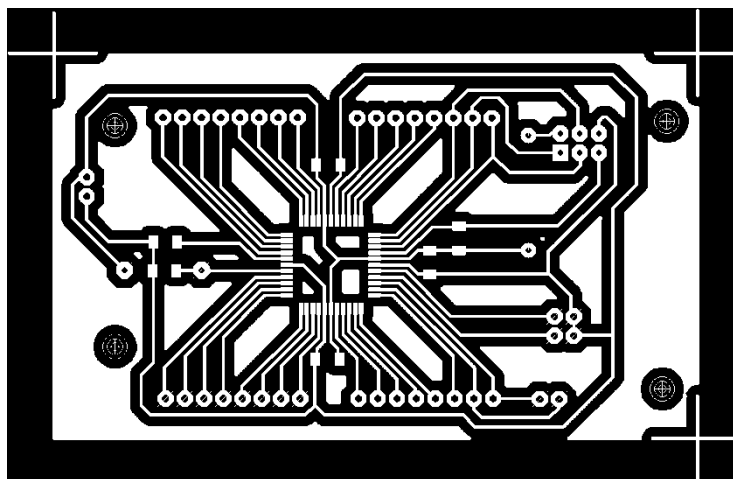
Obr. 16: Obvodové zapojení WAT sešit 3

Deska plošného spoje pro vývojový kit s mikrokontrolérem – top (strana součástek)



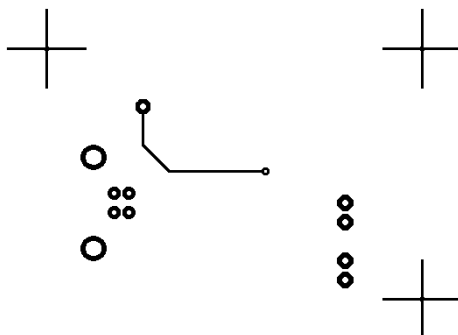
Rozměr desky 87,94 x 50,84 [mm], měřítko M1:1, negativ

Deska plošného spoje pro vývojový kit s mikrokontrolérem – bottom (strana spojů)



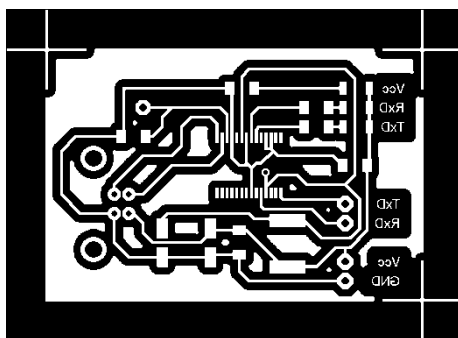
Rozměr desky 87,94 x 50,84 [mm], měřítko M1:1

Deska plošného spoje pro vývojový kit USART – top (strana součástek)



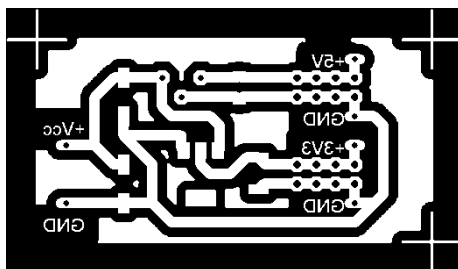
Rozměr desky 49,53 x 33,02 [mm], měřítko M1:1, negativ

Deska plošného spoje pro vývojový kit USART – bottom (strana spojů)



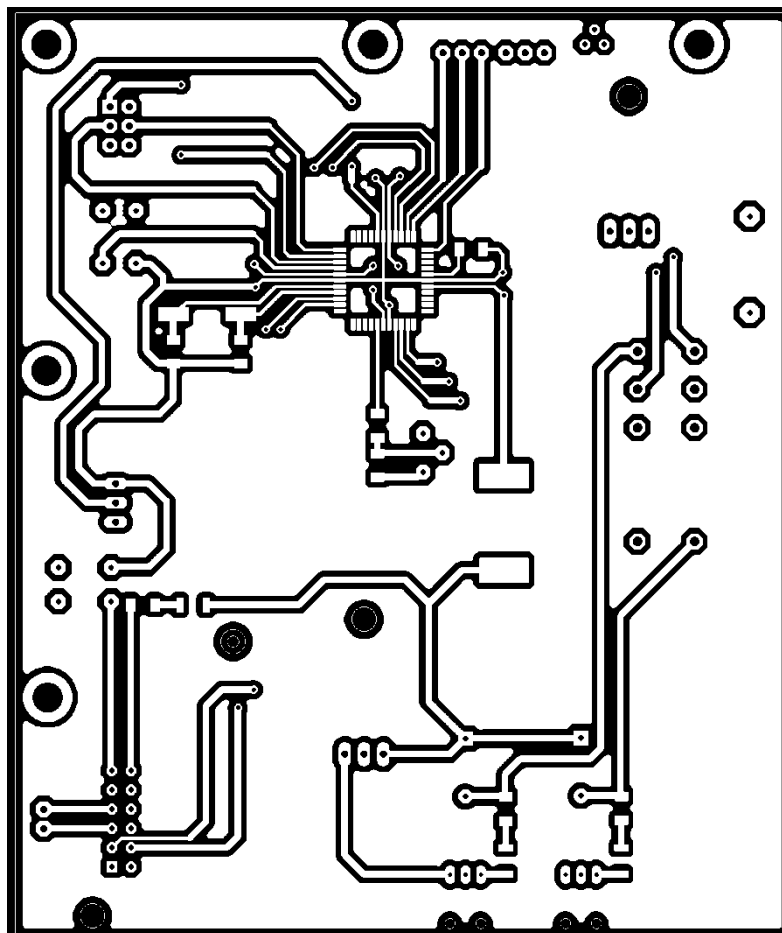
Rozměr desky 49,53 x 33,02 [mm], měřítko M1:1

Deska plošného spoje pro napájecí vývojový kit – bottom (strana součástek)



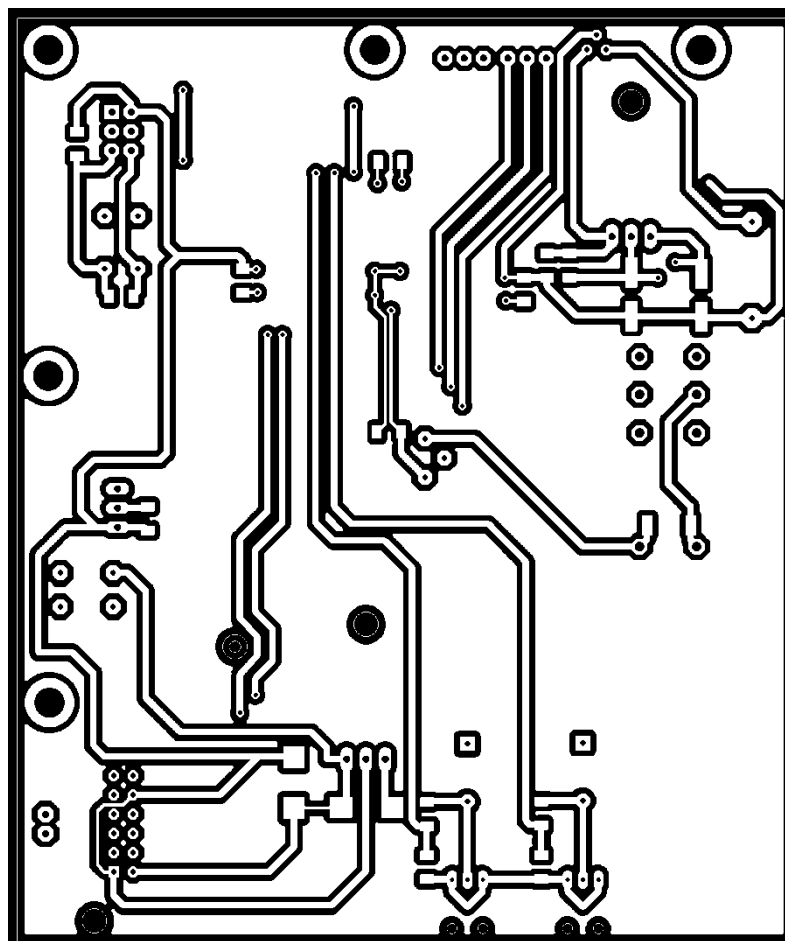
Rozměr desky 52,07 x 26,67 [mm], měřítko M1:1

Deska plošného spoje WAT s mikrokontrolérem – top (strana součástek)



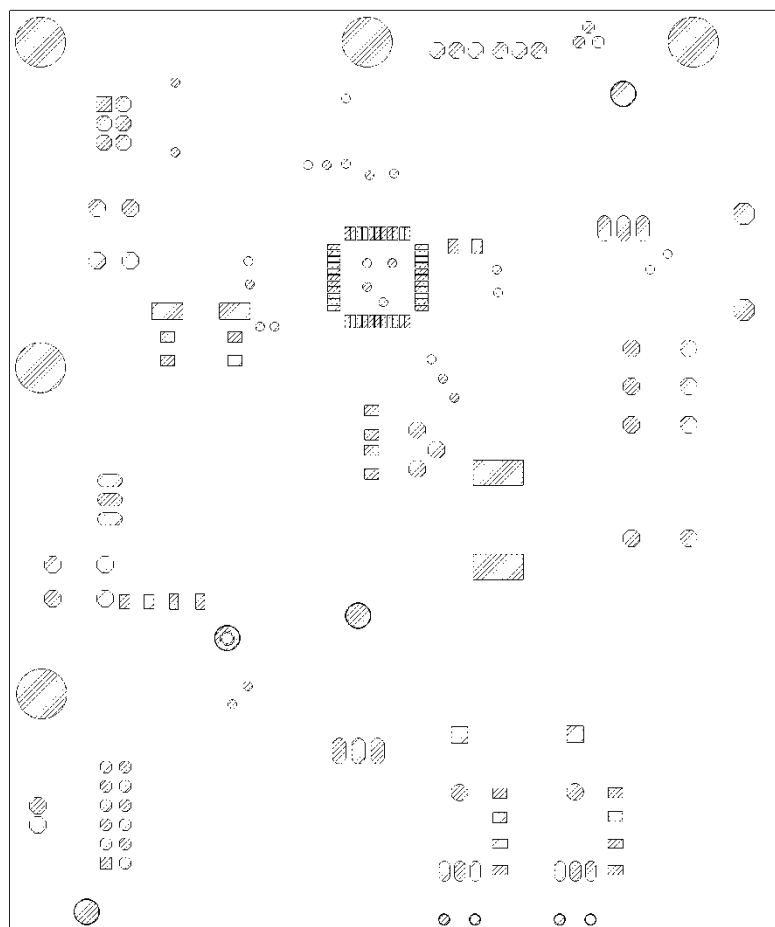
Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1

Deska plošného spoje WAT – bottom (strana spojů)



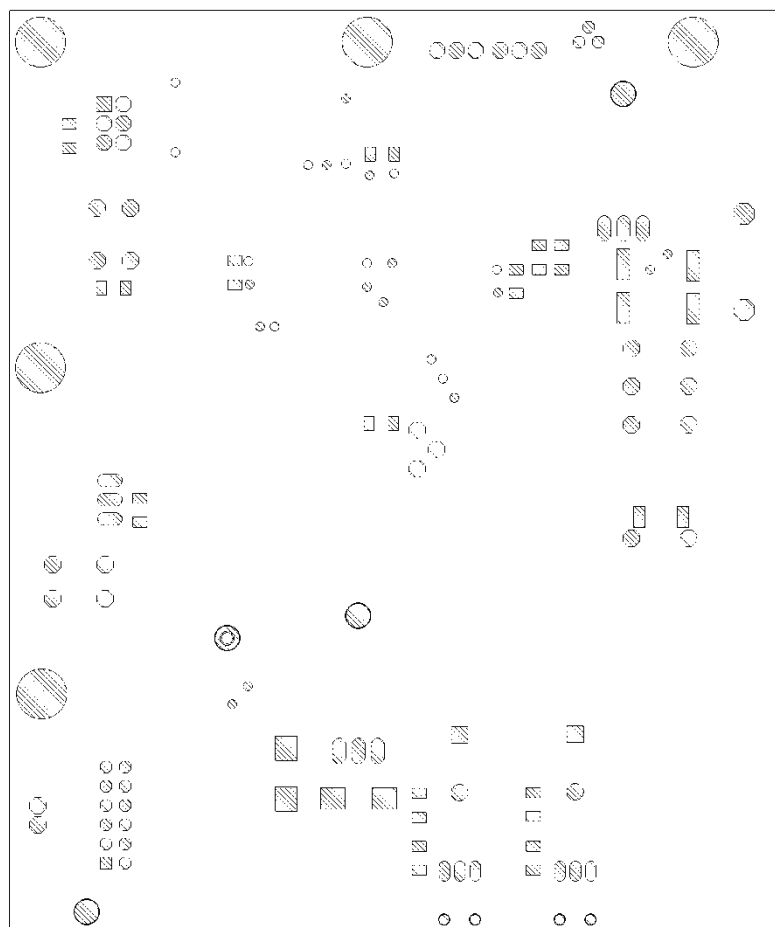
Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1

Maska pro desku plošného spoje WAT – top (strana spojů)



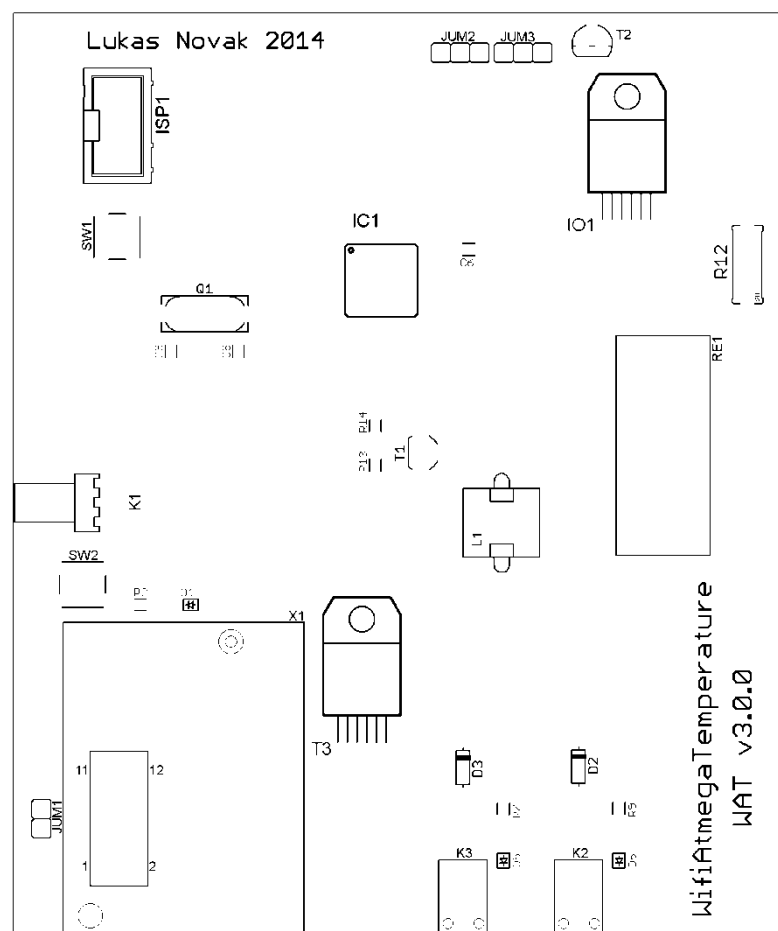
Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1, negativ

Maska pro desku plošného spoje WAT – bottom (strana spojů)



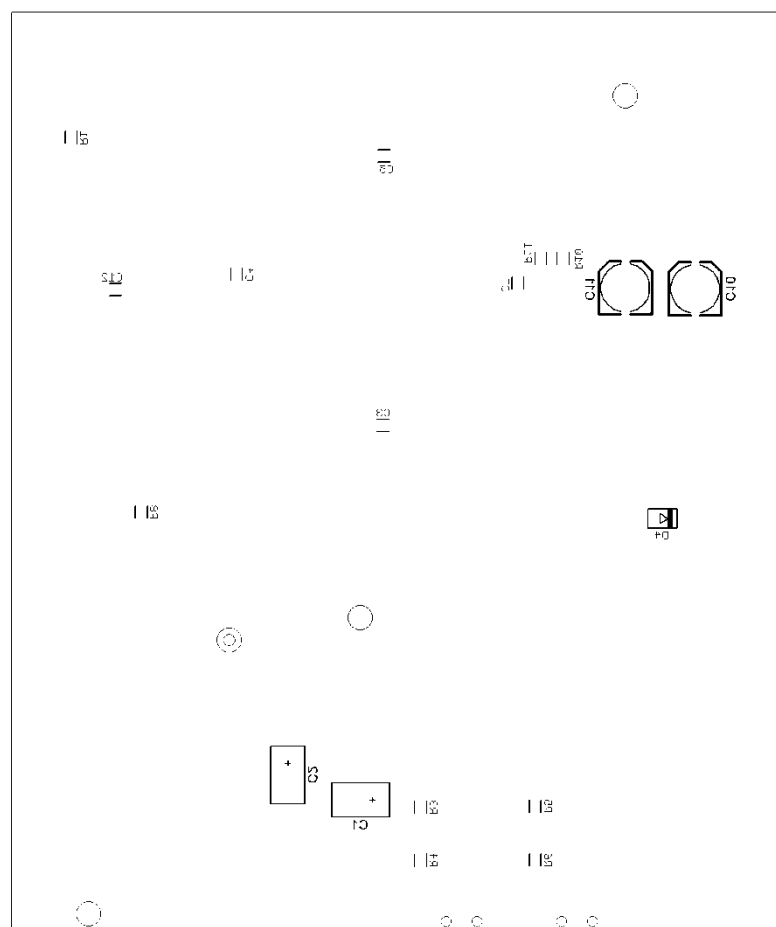
Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1, negativ

Potisk desky plošného spoje WAT – top (strana spojů)



Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1, negativ

Potisk desky plošného spoje WAT – bottom (strana spojů)



Rozměr desky 102,09 x 121,79 [mm], měřítko M1:1, negativ

B SEZNAM SOUČÁSTEK

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
C1	10μ	D	Tantalový kondenzátor
C2	10μ	D	Tantalový kondenzátor
C3	100n	1206	Keramický kondenzátor
C4	10n	1206	Keramický kondenzátor
C5	100n	1206	Keramický kondenzátor
C6	100n	1206	Keramický kondenzátor
C7	100n	1206	Keramický kondenzátor
C8	22p	D	Keramický kondenzátor
C9	22p	D	Keramický kondenzátor
C10	100μ	D	Elektrolytický kondenzátor
C11	100μ	D	Elektrolytický kondenzátor
C12	100n	1206	Keramický kondenzátor
C13	100n	1206	Keramický kondenzátor
C14	100n	1206	Keramický kondenzátor
C15	100n	1206	Keramický kondenzátor
C16	100n	1206	Keramický kondenzátor
C17	100n	1206	Keramický kondenzátor
C18	2,2μ	B	Elektrolytický kondenzátor
C19	4,7μ	B	Elektrolytický kondenzátor
C20	100n	1206	Keramický kondenzátor
C21	100n	1206	Keramický kondenzátor
C22	100n	1206	Keramický kondenzátor
C23	10μ	C	Elektrolytický kondenzátor
C24	100n	1206	Keramický kondenzátor
C25	10μ	C	Elektrolytický kondenzátor
C26	47μ	B	Tantalový kondenzátor
D1	LED	1206	Led dioda
D2	1N4148	1206	Schottkyho dioda
D3	1N4148	1206	Schottkyho dioda
D4	1N4007	1206	Schottkyho dioda
D5	LED	1206	LED
D6	LED	1206	LED
D7	LED	1206	LED
D8	LED	1206	LED
D9	LED	1206	LED
IC1	Atmega32L-8A	TQFP44	Mikrokontrolér
IC2	FT232RL	SSOP28	Převodník USB
IC3	7805	TO-92	Napěťový stabilizátor

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
IC4	REG1117	SOT223	Napěťový stabilizátor
IC5	Atmega32L-8A	TQFP44	Mikrokontrolér
IO1	LM317T	TO-220	Napěťový stabilizátor
ISP1	AVR_ISP	MLW06G	Konektor
ISP2	AVR_ISP	MLW06A	Konektor
JUM1	S1G2	S1G2	Propojka
JUM2	PA	S1G3	Konektor
JUM3	PC	S1G3	Konektor
JUM4	PD	S1G8	Konektor
JUM5	NAPAJENI	S1G2	Konektor
JUM6	KRYSTAL	S2G2	Konektor
JUM7	USART	S1G2	Konektor
JUM8	PC	S1G8	Konektor
JUM9	PB	S1G8	Konektor
JUM10	PA	S1G8	Konektor
JUM11	S1G2	S1G2	Konektor
JUM12	S1G2	S1G2	Konektor
JUM13	S1G1	S1G1	Konektor
JUM14	S2G4	S2G4	Konektor
JUM15	S2G4	S2G4	Konektor
K1	CIDLO	PSH02-03W	Konektor
K2	NAPAJENI	HEB-13BC	Konektor
K3	BATTERY	HEB-13BC	Konektor
L1	10μ	SC-75F	Tlumivka
L2	10μ	R-10	Tlumivka
L3	100μ	CR75	Tlumivka
Q1	7,3728M	HC-49US	Krystal
R1	10k	1206	Rezistor
R2	330	1206	Rezistor
R3	10k	1206	Rezistor
R4	10k	1206	Rezistor
R5	30k	1206	Rezistor
R6	10k	1206	Rezistor
R7	330	1206	Rezistor
R8	4k7	1206	Rezistor
R9	330	1206	Rezistor
R10	240	1206	Rezistor
R11	2,61k	1206	Rezistor
R12	6,8	R-2W	Rezistor
R13	2,7k	1206	Rezistor
R14	2,7k	1206	Rezistor
R15	10k	1206	Rezistor
R16	330	1206	Rezistor

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
R17	330	1206	Rezistor
R18	330	1206	Rezistor
RE1	Reke	LM2-9D	Spínací relé
SW1	RESET	P-B1720	Tlačítko
SW2	RESET	P-B1720	Tlačítko
T1	BC337	TO-92	Tranzistor
T2	BC547	TO-92	Tranzistor
T3	LM1084	TO-220	Napěťový stabilizátor
X1	WiFi	Mini_iWiFi	WiFi modul
X2	USB	USB-B-PTH	USB konektor