

Bezdrátová autonomní vyhodnocovací jednotka pro sledování parametrů okolního prostředí

Jan Zich

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni
zichj@kae.zcu.cz

Wireless Unit for Environmental Monitoring

Abstract – Modern trends in electronics tend to massive interconnection and data acquisition. Cooperating devices in such a network are connected into the Internet of Things (IoT). With improving of the living conditions in developed countries, the local environment is more important to many people. Parameters like noise level, light intensity, barometric pressure, CO (carbon monoxide) and CO₂ (carbon dioxide) concentration levels are measured. The mentioned reasons led to the practical realization of Wireless Unit for Environmental Monitoring.

Keywords – Battery Charging; Data Acquisition; Energy Harvesting; Environmental Monitoring; Internet of Things; Monitoring Unit; Touchless Button; Wireless Communication.

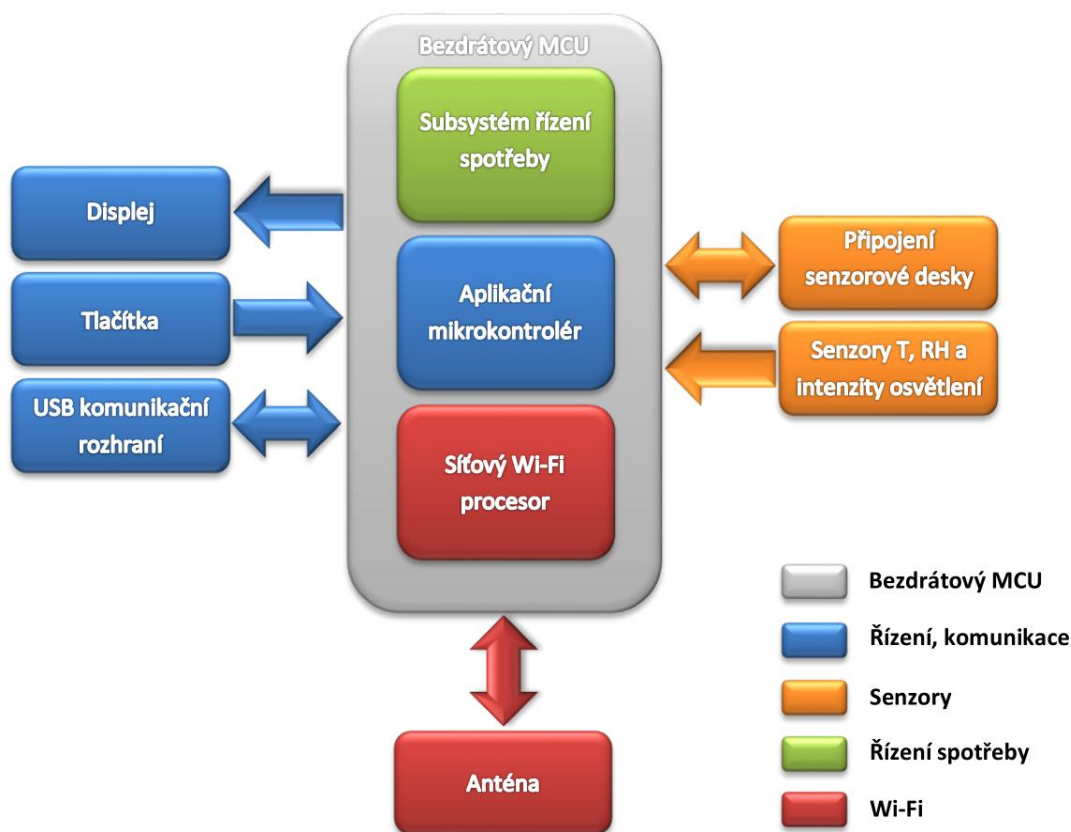
I. ÚVOD

Fenoménem posledních několika let a silnou vizí do budoucnosti se stal internet věcí. Síť fyzických objektů propojených do inteligentních komplexních celků má přinést výrazné zlepšení kvality osobního i profesního života. Senzory, akční členy, řídicí a komunikační systémy spolupracují k dosažení větší efektivity (časové, finanční, energetické) a přesnosti fyzických systémů. V IoT lze v současnosti definovat čtyři majoritní technologické celky: chytré elektrické sítě, chytré domácnosti, inteligentní dopravní systémy a chytrá města [1]. Do chytré domácnosti patří zařízení pro sledování úrovně veličin, které citelně ovlivňují kvalitu života a definují místní mikroklima. Systémy poskytující funkce akvizice dat ze senzorů okolního prostředí (s možností sledování a predikce trendů) a zajišťující energetickou soběstačnost jsou předmětem intenzivního vývoje. Při návrhu monitorovací jednotky je nutno řešit problémy jako: volba sledovaných veličin a přesnost jejich měření, zpracování naměřených dat a jejich reprezentace, komunikační technologie a protokoly, uživatelské rozhraní, energetická bilance a mechanická konstrukce. Tento článek se zabývá jednou konkrétní realizací včetně ověření dosažených parametrů a funkčnosti.

II. KOMPOZICE SYSTÉMU

Hlavní bloky řídicí a měřicí části monitorovací jednotky obsahuje obrázek I. Mikrokontrolér s podporou bezdrátové komunikace obsluhuje rozhraní člověk-stroj formou vykreslování získaných a zpracovaných dat na grafický displej a reakcí na stisk ovládacích tlačítek. Anténa připojená k interní periférii pro bezdrátovou komunikaci tvoří společně s USB (Universal Serial Bus) sběrnici možné kanály pro datové toky mezi monitorovací jednotkou a nadřazeným systémem. Pro fyzickou implementaci na hlavní DPS (Deska plošných spojů) byly vybrány senzory intenzity osvětlení,

relativní vlhkosti a teploty. Další parametry okolního prostředí mohou být sledovány pomocí připojené sensorové desky.



Obrázek I. Blokové schéma řídicí a měřicí části monitorovací jednotky

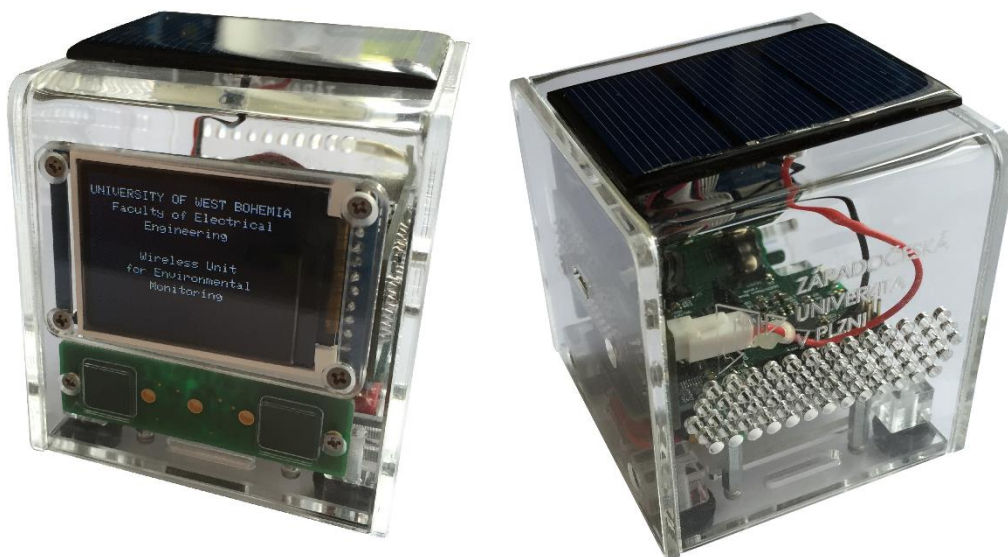
Důležitou součástí monitorovací jednotky je napájecí subsystém, který je zobrazen na obrázku II. Hlavními bloky jsou zde: akumulátor, sběr solární energie, akumulátorový nabíječ a stejnosměrný měnič pro zajištění požadované úrovně napájení řídicí a měřicí části.



Obrázek II. Blokové schéma napájecího subsystému

III. HW REALIZACE

Výsledek praktické realizace monitorovací jednotky je zobrazen na obrázku III. Mikrokontrolér obsahuje periferie pro technologii Wi-Fi (2,4 GHz) a dovoluje využívat režimy snížené spotřeby, což vede (společně s celkovým návrhem orientovaným na nízkou spotřebu) ke značnému prodloužení provozu na akumulátor v případě dlouhodobého nedostatku solární energie. Lithium-polymerový akumulátor s kapacitou 1 600 mAh hromadí energii ze solárního panelu, případně z USB rozhraní. Grafický displej vykresluje časové závislosti relativní vlhkosti, teploty a intenzity osvětlení. Naměřená data jsou po úpravě formátu paralelně ukládána do nevolatilní paměti v zařízení, předávána na USB rozhraní a odesílána přes Wi-Fi do lokální sítě na statickou IP (Internet Protocol) adresu v podobě TCP (Transmission Control Protocol) paketů.



Obrázek III. Monitorovací jednotka

IV. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY A DISKUZE

Příklad úspěšného přenosu naměřených a zpracovaných dat lokální sítí do koncového zařízení se statickou IP adresou je uveden na obrázku IV. Schopnost měřit teplotu, relativní vlhkost a intenzitu osvětlení byla experimentálně ověřena a získané hodnoty spadají do rozsahu přesností jednotlivých senzorů (relativní vlhkost $\pm 2\%$, teplota $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Time	From IP	Method	ASCII
3:54:02.652 odp.	10.0.0.143	TCP	Temperature: 22.75 C, Relative humidity: 44.60 %%, Luminosity: 183 lux
3:54:00.298 odp.	10.0.0.143	TCP	Temperature: 22.75 C, Relative humidity: 44.60 %%, Luminosity: 183 lux
3:53:57.742 odp.	10.0.0.143	TCP	Temperature: 22.75 C, Relative humidity: 44.60 %%, Luminosity: 183 lux
3:53:54.055 odp.	10.0.0.143	TCP	Temperature: 22.75 C, Relative humidity: 44.60 %%, Luminosity: 183 lux
3:53:02.445 odp.	10.0.0.143	TCP	Temperature: 22.75 C, Relative humidity: 44.60 %%, Luminosity: 183 lux

Clear Log Log Traffic Save Log Save Traffic Packet Copy to Clipboard

UDP:55056 TCP:55056 IPv4 Mode

Obrázek IV. Příjem TCP paketů s naměřenými hodnotami

Z měření statického proudového odběru z baterie v jednotlivých režimech byly získány hodnoty uvedené v tabulce I.

TABULKA I. PROUDOVÉ ODBĚRY V RŮZNÝCH PROVOZNÍCH REŽIMECH

Režim	Napětí na měřicím odporu [mV]	Proudový odběr [mA]
Aktivní režim	134	13,4
Režim spánku	104	10,4
Režim hlubokého spánku	73	7,3
Aktivní režim a LCD displej (50 % jas)	215	21,5

Rovnice (1) reflektuje proudové odběry při provozu zařízení s pětiminutovými měřicími/vysílacími cykly. V rámci jedné periody je 300 ms využito komunikací s TCP serverem (odběr 109,5 mA). Na samotný proces měření připadá 500 ms (odběr 14 mA). Při předpokládaném denním používání displeje 5 min připadá na jednu periodu 1,04 s, ve kterých proudový odběr systému dosahuje 21,5 mA (při 50% střídě podsvětlení).

$$I_{\text{STR}} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt, \text{ kde } T = 300 \text{ s}, i(t) = \begin{cases} 109,5 \text{ mA pro } t \in (0; 0,3) \text{ s} \\ 14 \text{ mA pro } t \in (0,3; 0,8) \text{ s} \\ 180 \mu\text{A pro } t \in (0,8; 298,8) \text{ s} \\ 21,5 \text{ mA pro } t \in (298,8; 300) \text{ s} \end{cases} \quad (1)$$

kde T je délka periody měřicího/vysílacího cyklu, $i(t)$ je časově proměnný elektrický proud a I_{STR} představuje střední hodnotu elektrického proudu z baterie.

$$t_{\text{ON}} = \frac{Q_{\text{AKUM.}}}{I_{\text{STR}}} [\text{h}] \quad (2)$$

kde $Q_{\text{AKUM.}}$ je náboj uchovaný v akumulátoru a t_{ON} je doba provozu monitorovací jednotky.

Výsledkem rovnice (1) je střední hodnota proudu 386,17 μA , což dle rovnice (2) implikuje dobu provozu přibližně 172 dnů bez dostupnosti solární energie. Další měření prokázala, že je zařízení (v případě dostatku slunečního svitu) energeticky nezávislé.

V. ZÁVĚR

Představená bezdrátová vyhodnocovací jednotka nastiňuje možnosti využití tohoto typu systémů v domácích či pracovních prostorech za účelem získávání dat vypovídajících o kvalitě prostředí. Provedená měření a testy dokladují funkčnost, jednoduchou obsluhu a vysokou výdrž na akumulátor (potenciálně energetickou soběstačnost).

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a projektu SGS-2015-002: Moderní metody řešení, návrh a aplikace elektronických a komunikačních systémů.

LITERATURA

- [1] ZICH, Jan. *Bezdrátová autonomní vyhodnocovací jednotka pro sledování parametrů okolního prostředí*. Plzeň, 2016. Diplomová práce. Západočeská univerzita. Fakulta elektrotechnická. Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací. Vedoucí práce Jiří ČENGERY.