

# EM9301 Bluetooth low energy kontrolér – napájení od 0,8 V

Tento článek představuje obvod EM9301, jehož vývoj byl nedávno dokončen v pražské firmě ASICentrum, návrhovém středisku firmy EM Microelectronic.

## Popis obvodu EM9301

Obvod EM9301 je první generací Bluetooth low energy (BLE) kontrolérů firmy EM Microelectronic s nízkým napájecím napětím a velmi nízkou spotřebou energie.

EM9301 obsahuje fyzickou vrstvu, propojovací vrstvu (link layer) s implemen-

tovaným automatickým kryptováním, Host Controller Interface (HCI – rozhraní pro komunikaci s externím procesorem) a vysoce efektivní správu napájení umožňující provoz se všemi typy baterií již od 0,8 V, viz *obrázek 2*.

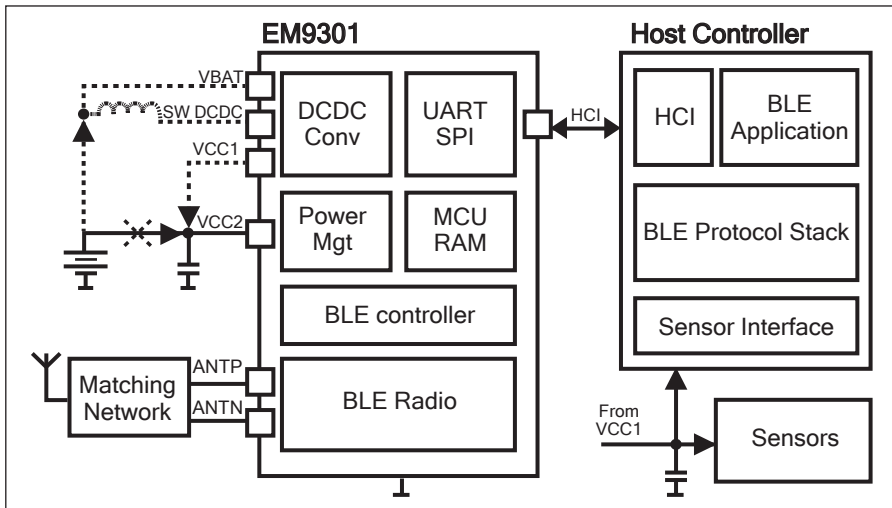
V režimu příjmu EM9301 vyžaduje pouze 13 mA, zatímco nejbližší konkurenční produkty spotřebovávají 23 mA a více. Proudovou spotřebu obvodu je dále možné snížit zmenšením výstupního výkonu.

EM9301 je navržený k tomu, aby fungoval jako master nebo slave dle Blue-

**Ing. Petr Matějka**

tooth specifikace verze 4.0. To je možné ovládat jakýmkoliv externím mikrokontrolérem integrujícím BLE stack a aplikacemi prostřednictvím standardního Bluetooth HCI rozhraní. Jako HCI transportní vrstvy jsou k dispozici rozhraní UART a SPI. Výhodou SPI rozhraní je možnost využívat režimů nízké spotřeby nejen během BLE RF připojení.

Parametr/vlastnost	EM9301 a technologie Bluetooth low energy (BLE)	Poznámka
verze Bluetooth	EM9301 je první generací BLE kontrolérů firmy EM Microelectronic implementující Bluetooth verzi 4.0	standardní BLE je podmnožinou této verze
režim Master	inicializuje připojení a nastavuje jeho parametry	vychází z Bluetooth specifikace; například čip v telefonu nebo v hodinkách
režim Slave	poslouchá, jestli je možné se připojit; pokud řídicí subjekt (master) připojení inicializuje, pak pomocné zařízení (slave) může daný požadavek akceptovat a poté následují všechny pokyny řídicího subjektu	vychází z Bluetooth specifikace; typickým příkladem jsou senzory vyžadující minimum energie
verze s DC/DC konvertorem	provoz při nízkém napájecím napětí je možný díky integrovanému vysoce efektivnímu DC/DC konvertoru, který poskytuje požadované napětí celému integrovanému obvodu včetně RF jádra	jiní výrobci většinou nepoužívají, pokud ano, tak verzi DC/DC step-down
verze bez DC/DC konvertoru	postačuje pro aplikace s napájením z 3V baterie nebo například z externího LDO regulátoru (například USB dongle)	běžně vyráběná varianta jinde
napájecí napětí	<b>efektivní správa napájení umožňuje použití všech typů baterií již od 0,8 V a provoz až 10 let v závislosti na aplikaci</b>	<b>obvody jiných výrobců obvykle pracují od 1,8 V</b>
RF výstupní výkon	RF výstupní výkon je programovatelný od +4 dBm do -20 dBm v 6 krocích	obdobně u jiných výrobců
zátěžový proud integrovaného DC/DC	až 100 mA, obvod lze tedy použít i pro napájení dalších elektronických součástek, účinnost > 80%; možnost konfigurace výstupního napětí	příklady: senzory, mikrokontroléry, LED indikace, displeje a jejich řídicí obvody
typické režimy a proudové spotřeby	<b>Tx proud při výstupním výkonu 0 dBm 12 mA</b> <b>Rx proud 13 mA</b> <b>režim nečinnosti 200 µA</b> <b>režim spánku (bez DC/DC) 20 µA</b> <b>režimu hlubokého spánku (bez DC/DC) 9 µA</b>	<b>nejnižší proudová spotřeba v Rx a Tx módu bývá u konkurenčních produktů obvykle 23 mA</b>
anténa	k dispozici je anténní port s diferenciální impedancí 200 ohm, na plošném spoji není zapotřebí vytvářet a ladit speciální anténní prvky	u jiných produktů se používají obě řešení, včetně anténních prvků na tištěném spoji
dosah	typicky 10 m v závislosti na aplikaci	obdobně u jiných výrobců
pouzdro	QFN24 5 mm x 5 mm (ROHS)	většinou větší počet vývodů pouzdra než 24
prodejnost	EM9301 je volně prodejný a jeho koupě v sobě zahrnuje i volnou licenci Bluetooth smart stack	dostupný pro mikrokontroléry 8051, ARM® Cortex™ jádra –M0 nebo –M3.
dostupnost	zapouzdřené vzorky obvodu EM9301 jsou k dispozici	
cena	< 2 USD pro kusová množství, cca 1 USD pro 100ks série	obdobně u jiných výrobců

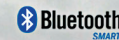


Obr. 1 Zjednodušené blokové schéma zapojení obvodu EM9301 (tečkované čáry korespondují s DC/DC verzí)

# LOW ENERGY FOR HIGH PERFORMANCE

## EM9301 Single-Cell Battery Bluetooth Low Energy Controller

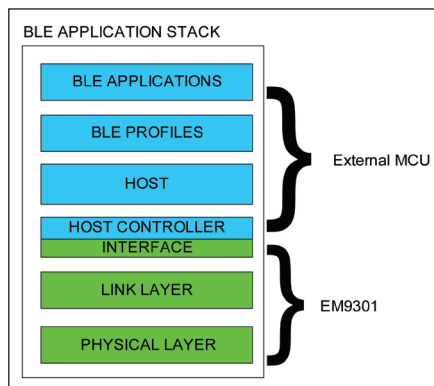
- > Bluetooth low energy single-mode
- > designed to act as master or slave
- > low voltage and low power
- > Host Controller Interface (HCI)



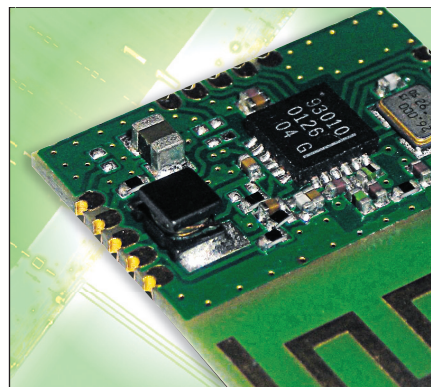
## Použití

Využití EM9301 je v první řadě výhodné v aplikacích s extrémně nízkým příkonem. Skutečnost, že obvod EM9301 nevyžaduje velké množství externích součástek, jej činí výhodným i pro aplikace, kde jsou malé rozměry a výsledná cena produktu důležitými parametry.

- monitorování při fitness aktivitách
  - různá sportovní vybavení
  - zdravotní pomůcky
  - dálková sledování a monitorování
  - hodinky s čidly a upozorněními
2. Dual-mode – tento mód se používá v zařízeních obsahujících i klasické Bluetooth součásti (EM9301 v těchto zařízeních zajišťuje pouze BLE část).



Obr. 2 Architektura Bluetooth low energy (BLE)



Obr. 3 Obvod EM9301 v jedné z aplikací

Díky vysoké míře flexibility je obvod EM9301 optimální volbou pro aplikace využívající Bluetooth low energy standard.

Obvod EM9301 lze použít pro Bluetooth low energy aplikace ve dvou režimech:

1. Single-mode (samostatně) – tento mód využívající pouze BLE je určený pro aplikace vyžadující nízkou spotřebu energie a malé rozměry; typicky v zařízeních napájených knoflíkovou baterií.

- mobilní telefony
  - osobní počítače, resp. notebooky, a jejich periférie
  - přístupové systémy
  - bezpečnostní zařízení
- Příklad aplikace obvodu EM9301 v příštím čísle časopisu pomůže nejlépe představit další možnosti jeho využití.

(Článek byl napsán s využitím materiálů poskytnutých firmami EM Microelectronic a ASICentrum spol. s r. o.)



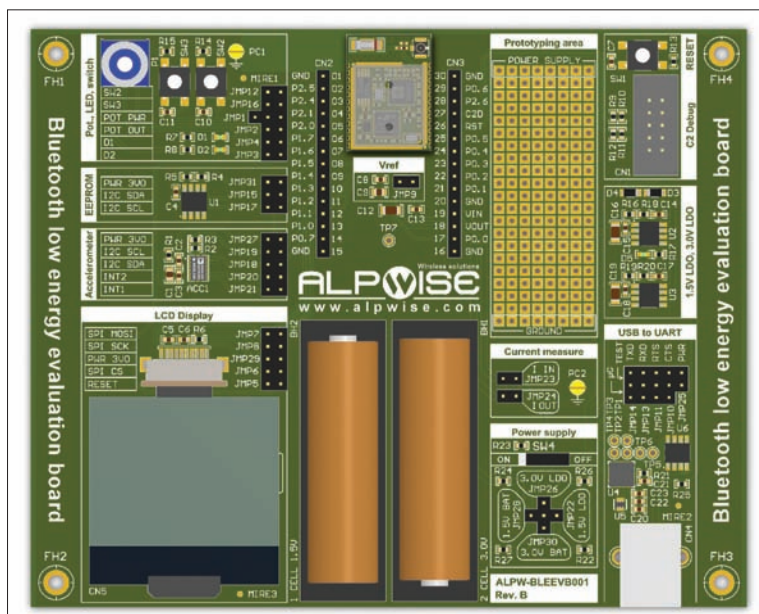
# Bezdrátová aplikace s minimální spotřebou s EM9301

V minulém článku jsme si představili obvod EM9301, výsledek práce návrhářů z firmy ASICentrum, návrhového střediska firmy EM Microelectronic. V tomto článku se seznámíme s jeho aplikačními možnostmi demonstrovanými na příkladech vývojového kitu a tagu pro iOS.

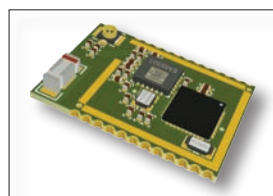
Vývojová deska ALPW-BLEEVB obsahuje vše potřebné pro sestavení zákaznických aplikací (není zapotřebí žádný externí procesor). Deska podporuje různá uživatelská rozhraní, jako I2C, SPI a UART, k připojení senzorů, akčních členů nebo displeje. Výstupní výkon v Tx módu může být pro optimalizaci prou-

**Ing. Petr Matějka**

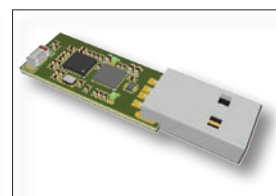
energy). Deska může být nakonfigurována tak, aby pracovala buď s jednou AA (LR06) baterií (1,5 V), nebo se dvěma AA



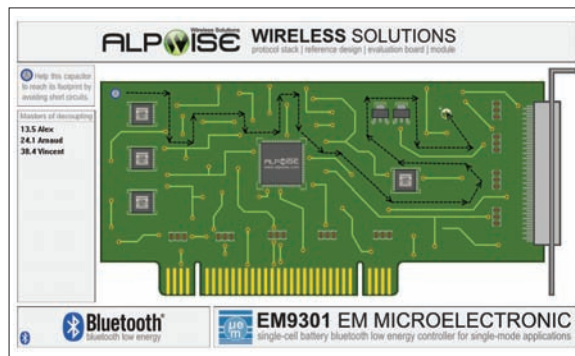
Obr. 1 Vývojová deska



Obr. 2 BLE modul



Obr. 3 USB HW klíč



Obr. 4 Příklad využití – labyrint

## Aplikace 1: VÝVOJOVÝ KIT

Vývojový kit ALPW-BLEDVK poskytuje kompletní prostředí k praktickému vyzkoušení technologie Bluetooth low energy 4.0 (zkratka BLE 4.0). Umožňuje vytváření prototypů různých aplikací zjednodušujících vývoj konkrétních bezdrátových produktů s obvodem EM9301.

Vývojový kit sestává z vývojové desky, BLE modulu, USB hardwarového klíče a demonstračního software. Bluetooth low energy kontrolér EM9301 je implementován v BLE modulu a USB HW klíči.

dové spotřeby plně ovládan hostitelským procesorem v rozmezí -20 až 4 dBm (při zachování spolehlivého komunikačního spojení s jinými zařízeními Bluetooth low

bateriemi (3 V). Další možností je napájení přes C2 Debug port pro debugování procesoru 80c51; Debug dongle komunikuje přes USB a je tedy i z USB napájen.

Deska může být vybavena různými moduly: Standardním modulem pracujícím na 3 V (ALPW-BLEM002, ALPW-BLEM001) nebo také DC/DC modulem schopným pracovat od 1,5 do 3 V (ALPW-BLEM001-DC/DC).

Představu o tom, co deska obsahuje, si lze učinit z pohledu na obrázku 1.

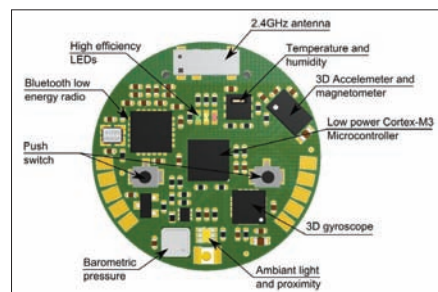
Bluetooth low energy modul ALPW-BLEM002 (obr. 2) sestává ze dvou hlavních částí

Profil	Využívaná služba
Data Exchange	výměna dat
Health Thermometer	zdravotní teploměr, informace o zařízení
Find Me	okamžité upozornění
Proximity	ztráta spojení, úroveň napájení při Tx, okamžité upozornění
Time	aktuální čas, příští změna letního času, aktualizace referenčního času
Phone Alert Status	telefonické upozornění/status
Heart Rate	srdeční tep, informace o zařízení
Human Interface Device	zařízení s lidským rozhraním, baterie, informace o zařízení
Alert Notification	oznámení/výstraha

tí – BLE kontroléru EM9301 a mikroprocesoru 80c51 s extrémně nízkou spotřebou. Modul je vybaven keramickou anténou a koaxiálním konektorem. Do režimu ultranízké spotřeby se modul dostává prostřednictvím 32kHz krystalu.

USB hardwarový klíč ALPW-BLE-KEY (obr. 3) je kompletně připraven pro použití v single-mode BLE aplikacích pro připojení k PC nebo jiným zařízením přes USB. Je vybaven architekturou pro dosažení nízké spotřeby a demonstrační aplikací pro PC ke snadnému vyzkoušení možností připojení.

Softwarové prostředí ALPW-BLES DK (společně s vývojovým kitem ALPW-



Obr. 5 TAG

-BLEDVK) umožňuje vytváření prototypů a vývoj zařízení využívajících single-mode Bluetooth low energy 4.0 protokoly, profily a služby. Každý profil obsahuje vzorovou aplikaci, která vývojářům usnadňuje jejich vlastní implementaci, včetně fází testování a validace.

V době psaní článku byly k dispozici aplikace uvedené v tabulce (jejich počet se bude dále zvyšovat).

Minimální paměťová náročnost je 43k ROM a 2,3k RAM (pro typický slave senzor, měřeno na 8bitovém mikroprocesoru 80c51).

Populárním příkladem využití vývojového kitu používaným na předváděcích akcích je hra labyrint.

Labyrint využívá vývojové desky napájené 1 nebo 2 tužkovými bateriemi a vybavené BLE modulem. Druhou částí je v „libovolné“ vzdálenosti umístěná PC se zasunutým USB HW klíčem. V obou částech je nainstalován program pro labyrint (demo). Cílem hry je v co nejkratším čase přemístit kuličku z levého horního rohu do pravé horní části, jak je názorně vidět na obrázku 4 znázorňujícím obraz na PC. Pohyb kuličky se ovládá natáčením vzdá-

lené vývojové desky se zapnutým akcelerometrem.

## Aplikace 2: TAG pro iOS

TAG s označením ALPW-BLETAG je univerzálně použitelné zařízení na bázi obvodu EM9301 umožňující využití senzorů v single-mode aplikacích Bluetooth low energy a zahrnující hardwarové komponenty s ultranízkou spotřebou, BLE architekturou a firmware pro ovládání senzorů. TAG zprostředkovává spojení mezi senzory na jedné straně a aplikacemi pro chytré telefony, tablety a technologiemi cloud na straně druhé.

TAG je napájený jednou 1,5V knoflíkovou baterií. Pro práci s uživatelskými aplikacemi slouží procesor CORTEX M3 s 128 kB programové paměti. TAG na kruhové desce s průměrem 28 mm je vidět na obrázku 5. Podporované BLE protokoly jsou GAP, SMP, ATT, L2CAP a GATT. V době uzávěrky článku byly k dispozici profily již uvedené v tabulce v popisu aplikace vývojového kitu.

TAG podporuje senzory pro teplotu, vlhkost, barometrický tlak, 3D akcelerometr, 3D gyroskop, magnetometr, okolní světlo, informaci o vzdálenosti, spínače a LED diody.

Zvláště zajímavá je možnost vývoje vlastních aplikací pro chytré telefony a tablety společnosti Apple. Prostřednictvím OEM podpory iOS firmware je tak možné nastavovat a dálkově ovládat existující senzory.

## Shrnutí použití obvodu EM9301

Kontrolér EM9301 umožňuje s malými náklady a při zachování nízké spotřeby integrovat bezdrátové technologie pro aplikace, jako jsou například: fitness, lékařské přístroje pro běžné spotřebitele, mobilní příslušenství, senzory, domácí a průmyslová automatizace nebo zábava.

S ohledem na vysokou míru flexibility a jedinečnou úroveň podpory od tvůrců z firmy ASICentrum je obvod EM9301 nepochybně doporučením volbou pro zájemce o vývoj aplikací obsahujících Bluetooth low energy.

(Článek byl napsán s využitím materiálů poskytnutých firmami Alplwise, EM Microelectronic a ASICentrum spol. s r. o.)

# LOW ENERGY FOR HIGH PERFORMANCE

## EM9301 Single-Cell Battery Bluetooth Low Energy Controller

- > Bluetooth low energy single-mode
- > designed to act as master or slave
- > low voltage and low power
- > Host Controller Interface (HCI)

