

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2012-981

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H02M 3/07 (2006.01)
H02M 3/00 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
G05F 1/67 (2006.01)
H02M 3/156 (2006.01)
H02N 2/18 (2006.01)
H02J 7/35 (2006.01)
H01M 10/46 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



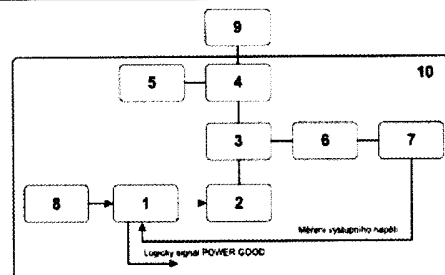
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31.12.2012**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **30.04.2014**
(Věstník č. 18/2014)

(71) Přihlašovatel:
Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava, Ostrava - Poruba, CZ

(72) Původce:
Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D., Bánov, CZ
Ing. Robert Frischer, Ph.D., Český Těšín, CZ



(54) Název přihlášky vynálezu:
Napájecí jednotka pracující na principu energy harvesting a způsob získávání a transformace energie z volných zdrojů

(57) Anotace:
Vynález popisuje napájecí jednotku pracující na principu energy harvesting a způsob získávání a transformace energie z volných zdrojů. Napájecí jednotka je zařízení pracující s volnou energií volně přístupnou z okolního prostředí, akumuluje ji po malých dávkách a uchovává v superkapacitoru. Zařízení je tvořeno mikroprocesorovou jednotkou (1), tranzistorem (2) MOSFET, transformátorem (3), konektorem (4) vstupního napětí nízké úrovně ze zdroje (9) volné energie, prvním kapacitním blokem (5) a druhým kapacitním blokem (7), jednocestným usměrňovačem (6) a lithiovou baterií (8). Energií ze zdroje (9) volné energie přivádíme na konektor (4) vstupního napětí nízké úrovně, které je filtrováno prvním kapacitním blokem (5) a poté transformováno ze stejnosměrného napětí na napětí pulzní tranzistorem (2) MOSFET. Pulzní tranzistor (2) MOSFET řídí mikroprocesorovou jednotkou (1), přičemž pulzní napětí je transformováno transformátorem (3) na napětí vyšší úrovně a usměrněno jednocestným usměrňovačem (6) a získaný elektrický náboj je ukládán ve výstupním druhém kapacitním bloku (7).

CZ 2012 - 981 A3

Napájecí jednotka pracující na principu energy harvesting a způsob získávání a transformace energie z volných zdrojů

Oblast techniky

Zařízení spadá do oblasti speciálních spínaných zdrojů, které místo konvenčních vstupů využívají možnosti alternativních zdrojů.

Dosavadní stav techniky

V současné době se rozrůstá počet výrobců, kteří vyrábějí podobná zařízení schopná využít okolní volnou energii a přeměnit ji na elektrický náboj, popsané např. v Salerno D., Ultralow Voltage Energy Harvester Uses Thermoelectric Generator for Battery-Free Wireless Sensors, *LT Journal of Analog Innovation*, October 2010, Volume 20, Number 3.

Tyto zdroje jsou schopné přeměnit vstupní výkon v řádu do 10 mW. Vyšší vstupní výkony není dnes možné realizovat z důvodů miniaturizace "power management" čipů a tedy i spínacích prvků v nich obsažených. Vzhledem k těmto omezením jsou nabíjecí doby těchto zdrojů řádu stovek až tisíců sekund. Tato zařízení jsou schopná pracovat bez jakéhokoliv prvotního zdroje energie (baterie nebo akumulátoru). Dosažené účinnosti se pohybují v rozmezí 10 až 44 % v závislosti na vstupním napětí.

Podstata vynálezu

Pojmem energy harvesting se podle tohoto vynálezu rozumí získávání energie (malého množství) z alternativních zdrojů jako je teplo, vibrace, proudění vzduchu apod., její postupnou akumulaci, transformaci a dále její využití pro napájení dalších zařízení, typicky senzorů.

Pojem superkapacita podle tohoto vynálezu představuje kondenzátor s vyšší hodnotou kapacity.

Pojem zdroj volné energie podle tohoto vynálezu představuje zdroj energie získaný volně z okolního prostředí, jedná se např. o teplo, proudění vzduchu, intenzity slunečního záření apod. Zdroje volné energie jsou standardními typy zdrojů schopných generovat elektrický výkon z

jednoho z typů okolních volných energií. Příkladem mohou být termočlánky, nebo lépe Peltierovy články zapojené inverzně. Tím je myšleno, že jsou plochy standardních Peltierových článků na jiném tepelném potenciálu, čímž se na jeho svorkách generuje napětí úměrné tomuto tepelnému gradientu. Tyto články jsou složeny z velkého množství polovodičových prvků zapojených sério-paralelně. Povrch článků je keramický s celkovou tloušťkou okolo 5 mm. Články jsou dostupné v mnoha variantách a zdroj složený z takovýchto článků je v cenové relaci řádů stovek korun. Dalšími zdroji, které se používají pro získávání volné energie jsou zdroje vibrační, přeměňující energii vibrací na elektrický výkon (piezoelektrický jev). Dále solární panely (napětí článků se pohybuje okolo 0,3 až 0,5 V při proudech 50 až 500 mA), popř. zdroje schopné přeměnit elektromagnetickou energii v blízkosti zářivkových těles na elektrický výkon (princiálně vhodně dimenzované antény).

Pojem okolní volná energie podle tohoto vynálezu představuje energii z okolního prostředí, tedy např. odpadní teplo z různých procesů, intenzitu slunečního záření, elektromagnetickou energii vyzařovanou například zářivkovými osvětlovacími tělesy, vibrační energii vznikající jako nežádoucí produkt u točivých strojů apod.

Podstatou vynálezu je zařízení, které pracuje s volnou energií volně přístupnou z okolního prostředí, akumuluje ji po malých dávkách a uchovává ji ve velkokapacitním kondenzátoru, superkapacitoru.

Vstupní parametry jsou v řádech desetin voltů a desetin ampérů. Výhodou oproti komerčně dodávaným obvodům je srovnatelná nebo vyšší účinnost obvodu a schopnost zpracovat podstatně vyšší vstupní příkon, v řádech desítek až stovek mW, díky použití spínacího tranzistoru MOSFET a mikroprocesorové řídicí a vyhodnocovací jednotky. Mikroprocesorová jednotka v tomto případě představuje "power management unit", tedy jednotku, která zajišťuje regulaci výstupního napětí, generování logického signálu "POWER-GOOD" a generování budičích impulsů pro výkonový spínací prvek tranzistor MOSFET. Signál "POWER GOOD" je logický signál generovaný mikroprocesorovou jednotkou, který oznamuje připojeným koncovým zařízením, že je k dispozici dostatek energie pro jejich provoz. Tato připojená zařízení jsou většinou v režimu "SLEEP", tedy ve stavu, kdy odebírají jen zanedbatelnou energii, ale nekonají užitečnou práci. Pro probuzení z tohoto stavu je potřeba přivést logický signál na jejich určité vstupy, který je "probudí". V případě, že má napájecí jednotka dostatečnou vstupní energii, je schopna energeticky zásobit sebe a přebytky ukládat do velkokapacitního kondenzátoru (superkapacity). V případě, že je kondenzátor plně nabit, přechází mikroprocesor do režimu se sníženou spotřebou ("sleep mode") a odebírá tak pouze

zanedbatelné množství energie (řádově do 10 μ A). Z tohoto stavu se periodicky probouzí a měří výstupní napětí na superkapacitě a dle množství akumulované energie řídí spínací prvek MOSFET tranzistor. Výstupní energie ve formě náboje je ukládána do výstupního ^{kapacitního} bloku II. Tento blok kondenzátorů slouží primárně k filtraci výstupního napětí a k akumulaci získané energie. Je složen ze tří typů kondenzátorů. Keramický kondenzátor s malou kapacitou (10 μ F) má extrémně nízký seriový odpor a je proto vhodný k zachytávání napěťových špiček, které vznikají z podstaty funkce DC/DC měniče. Elektrolytický kondenzátor slouží k vyrovnávání prodouvacích špiček při napájení koncových zařízení a jeho kapacita je v řádech stovek μ F. Proudové špičky mohou být dosti vysoké, například při napájení GSM zařízení je krátkodobý odběr ze zdroje energie i 2 A. Tyto špičky jsou v délce trvání v řádech ms a proto je nutné dobře dimenzovat výstupní elektrolytický kondenzátor. Třetím typem kondenzátoru je již výše zmiňovaný superkapacitor. Jedná se o elektrolytický kondenzátor s malým pracovním napětím, většinou na úrovni 5,5 V. Jeho kapacita je ale velmi vysoká, v řádech faradů. Tento typ kondenzátoru zastává funkci akumulátoru energie. Na rozdíl od klasického akumulátoru však není vnitřní energie vázaná v chemických vazbách, ale ve formě elektrického náboje mezi elektrodami kondenzátoru. Podobně jako u výstupního napětí je třeba filtrovat i napětí vstupní. Toto napětí je v řádech stovek mV, proto nejsou nároky na kondenzátory příliš kritické. Vstupní ^{vstupní} kapacitní blok je tvořen pouze dvěma typy kondenzátorů, a to elektrolytickým a keramickým. Keramický kondenzátor s velmi malým seriovým odporem zastává funkci tvrdého zdroje napětí, ^{zatímco} ~~ikdežto~~ větší elektrolytický kondenzátor slouží jako dočasná zásobárna energie. Proudové špičky vznikající na primární straně transformátoru jsou způsobeny spínáním vstupního napětí na výkonovém prvku. Vstupní i výstupní kapacitní bloky navíc účinně potlačují rušení, které vzniká při provozu tohoto typu DC/DC měniče.

Napájecí jednotka podle vynálezu se skládá z devíti základních prvků: mikroprocesorové jednotky, MOSFET tranzistoru jakožto výkonového spínacího prvku, transformátoru, konektoru vstupního napětí nízké úrovně, ^{kapacitních} bloků I. a II., jednocestného usměrňovače a baterie.

Mikroprocesorová jednotka je zde ve funkci řídicího prvku, který vyhodnocuje a řídí připojené periferie. Integrovaný analogově - digitální (A/D) převodník převádí analogovou hodnotu výstupního napětí na jeho digitální obraz. Ten pak slouží jako hlavní veličina pro další řídicí logiku.

Výkonový spínací prvek – MOSFET tranzistor spíná vstupní napětí nízké úrovně a vytváří tak pulsní napětí vhodné pro transformaci. Tento prvek je klíčový, neboť standardní bipolární typy tranzistorů nejsou schopny tak malé napětí sepnout. To je způsobeno jejich konstrukcí, kdy je na svorkách bipolárního tranzistoru potřeba takové napětí, které překročí prahovou úroveň dvou polovodičových přechodů ($N \rightarrow P$, $P \rightarrow N$). Toto prahové napětí se běžně pohybuje na hodnotách okolo 0,8 až 1,2 V. Naproti tomu unipolární typy tranzistorů, kam patří i zde použitý typ, mají pouze jeden polovodičový kanál a je tedy možné spínat i velmi nízká napětí řádů desítek mV. Unipolární tranzistory (MOSFET) jsou navíc řízené polem, ne jako u bipolárních typů, které jsou řízené proudem do jejich báze. Řízení pomocí napětí je energeticky účinnější a kladně přispívá k vlastní spotřebě celého zdroje. Zrůzných typů MOSFET tranzistorů se pro účely tohoto vynálezu jeví jako nejvhodnější typ N-MOSFET.

Transformátor s feritovým jádrem transformuje vstupní napětí nízké úrovně na výstupní napětí vysoké úrovně. Transformátor je definován jeho převodovým poměrem, což je zjednodušeně hodnota, která vypovídá, kolikrát bude vstupní napětí po transformaci větší. Transformátor samotný se skládá z feritového jádra, primárního vinutí (jednotky závitů) a sekundárního vinutí (desítky závitů). Vzhledem k velmi nízkému přenášenému výkonu může mít jádro velmi malý činný průřez. Spínací frekvence je ovšem omezena na své minimální hranici hodnotou 10 kHz. Pod touto hranicí silně klesá účinnost přenosu energie a zvyšují se tím ztráty v jádře.

Konektor vstupního napětí nízké úrovně ze zdroje volné energie slouží pro připojení jednoho ze zdrojů energie. Jedná se o šroubovací terminály se zvětšenou styčnou plochou kvůli dobrému přenosu proudových špiček.

Kapacitní blok I slouží k filtraci vstupního napětí a jako tvrdý napájecí zdroj napětí.

Jednocestný usměrňovač slouží k usměrnění střídavého napětí, které je přítomné na sekundární straně transformátoru. Usměrňovač je tvořen jednou diodou typu Schottky, zapojenou v propustném směru. Dioda typu Schottky je zde nutná z důvodu vysoké pracovní frekvence DC/DC měniče. Standardní typ by vykazoval příliš velké ztráty. Tento typ diod se v těchto měničích standardně používá. Schottky dioda má jedinou výraznější nevýhodu a to, že propouští určitý minimální proud i v závěrném směru. S touto její vlastností se počítá a pro účely tohoto vynálezu byl zvolen typ se sníženým závěrným proudem.

Kapacitní blok II slouží k filtraci výstupního napětí a jako tvrdý zdroj napětí pro připojená zařízení, která jsou tímto blokem napájena.

Lithiová baterie je v tomto vynálezu použita z důvodu zálohy napájení při nepřítomnosti dostatečné energie ve výstupním kapacitním bloku II a napájí mikroprocesorovou jednotku.



Výhodou vynálezu oproti komerčně dostupným řešením je srovnatelná nebo vyšší účinnost a možnost zpracovávat podstatně vyšší vstupní příkon, řádů desítek až stovek mW. Další nespornou výhodou je použitý výkonový spínací prvek, tranzistor typu MOSFET, který má velmi nízký odpor v sepnutém stavu (R_{ds-on}), řádově jednotky $m\Omega$ a spínací proud v řádu desítek až stovek ampér. Použitím tohoto spínacího prvku lze transformovat podstatně vyšší proud než v komerčně dostupných řešeních a výrazně tak snížit dobu nabíjení superkapacity.

Napájecí jednotka pracující na principu energy harvesting je vhodná pro napájení různých typů senzorů, zvláště bezdrátových. Moderní typy senzorů jsou již energeticky pokročilé, čímž se rozumí možnost na přechod do režimu spánku ("sleep mode"). V tomto stavu mají zanedbatelnou spotřebu, která prodlužuje životnost při napájení z baterií. Snímače přecházejí z módu kontinuálního měření na mód přerušovaný. Tím se sice sníží množství měření za jednotku času, ale zásadně se sníží spotřeba napájecí energie.

Obecně se jedná o zdroj energie, který transformuje odpadní tepelnou energii na energii elektrickou, schopnou napájet elektronická zařízení.

Nevýhodou vynálezu oproti komerčnímu řešení je nutnost záložního zdroje energie, tedy malé lithiové baterie, která má v tomto případě průměrnou životnost delší než 3 roky. Další nevýhodou jsou relativně větší rozměry napájecí jednotky oproti komerčním produktům.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže osvětlen s pomocí výkresů, kde na obrázku 1 je znázorněno blokové schéma napájecí jednotky jako takové a na obrázku 2 je znázorněno elektrické schéma napájecí jednotky s vyznačením příslušných bloků.

Příklad provedení vynálezu

Příklad 1

Napájecí jednotka 10 podle obrázku 1, kde základní součástí napájecí jednotky 10 je mikroprocesorová jednotka 1 Atmel ATMEGA 8A. Ta ovládá výkonový tranzistor 2 MOSFET. Vstupní napětí z konektoru 4 vstupního napětí nízké úrovně je spínáno polovodičovým spínačem přes transformátor 3 s definovaným převodovým poměrem a je transformováno na sekundární stranu transformátoru 3. Zvýšené napětí je poté usměrněno jednocestným usměřňovačem 6 a filtrováno druhým kapacitním blokem 7. Druhý kapacitní



blok 7 je tvořen trojicí kondenzátorů. První kondenzátor je keramický s velmi nízkým vnitřním odporem (RESR), který účinně akumuluje krátké špičky dodávané měničem. Druhý kondenzátor z dvojice je elektrolytický, s nízkým vnitřním odporem a malým svodovým proudem o kapacitě řádů stovek mikrofaradů. Tento kondenzátor slouží jako standardní filtrační kapacita. Třetí kondenzátor je tzv. superkapacitor s kapacitou 0,44 F, který je vhodný pro akumulaci větších energií a zastupuje tak akumulátor. Vstupní nízké napětí je také filtrováno prvním kapacitním blokem 5 a slouží jako tvrdý zdroj napětí pro transformaci. Tento blok je tvořen pouze dvojicí kondenzátorů – keramickým (jednotky mikrofaradů) a elektrolytickým (stovky mikrofaradů). V případě, že je k dispozici dostatek energie ve výstupním bloku kondenzátorů z druhého kapacitního bloku 7, mikroprocesorová jednotka 1 aktivuje logický signál "POWER GOOD" a signalizuje tak připojeným zařízením, že mají možnost odebírat energii. Mikroprocesorová jednotka 1 je v případě přítomnosti vstupního napětí napájena právě z tohoto zdroje 9 volné energie prostřednictvím konektoru 4.

Příklad 2

Napájecí jednotka 10 podle obrázku 1, kde základní součástí napájecí jednotky 10 je mikroprocesorová jednotka 1 Atmel ATMEGA 8A. Ta ovládá výkonový tranzistor 2 MOSFET. Vstupní napětí z konektoru 4 vstupního napětí nízké úrovně je spínáno polovodičovým spínačem přes transformátor 3 s definovaným převodovým poměrem a je transformováno na sekundární stranu transformátoru 3. Zvýšené napětí je poté usměrněno jednocestným usměrňovačem 6 a filtrováno druhým kapacitním blokem 7. Druhý kapacitní blok 7 je tvořen trojicí kondenzátorů. První kondenzátor je keramický s velmi nízkým vnitřním odporem (RESR), který účinně akumuluje krátké špičky dodávané měničem. Druhý kondenzátor z dvojice je elektrolytický, s nízkým vnitřním odporem a malým svodovým proudem o kapacitě řádu stovek mikrofaradů. Tento kondenzátor slouží jako standardní filtrační kapacita. Třetí kondenzátor je tzv. superkapacitor s kapacitou 0,44 F, který je vhodný pro akumulaci větších energií a zastupuje tak akumulátor. Vstupní nízké napětí je také filtrováno prvním kapacitním blokem 5 a slouží jako tvrdý zdroj napětí pro transformaci. Tento blok je tvořen pouze dvojicí kondenzátorů – keramickým (jednotky mikrofaradů) a elektrolytickým (stovky mikrofaradů). Mikroprocesorová jednotka 1 je v případě nedostupnosti volné okolní energie napájen z lithiové baterie 8. Mikroprocesorová jednotka 1 je v době, kdy není dostupná volná okolní energie, v režimu "SLEEP", odebírá pouze zanedbatelný proud, a proto lithiová baterie 8 vydrží napájet zařízení po dlouhou dobu

(několika let). V případě, že není k dispozici dostatek energie ve výstupním bloku kondenzátorů z druhého kapacitního bloku 7, mikroprocesorová jednotka 1 deaktivuje logický signál "POWER GOOD" a signalizuje tak připojeným zařízením, že se mají přepnout do stavu se sníženou spotřebou a vyčkávat, až bude v druhém kapacitním bloku 7 opět dostatek energie. Mikroprocesorová jednotka 1, je v tomto případě napájena z lithiové baterie 8.

Příklad 3

Napájecí jednotka 10 podle obrázku 1, kde základní součástí napájecí jednotky 10 je mikroprocesorová jednotka 1 Atmel ATMEGA 8A. Ta ovládá výkonový tranzistor 2 MOSFET. Vstupní napětí z konektoru 4 vstupního napětí nízké úrovně je spínáno polovodičovým spínačem přes transformátor 3 s definovaným převodovým poměrem a je transformováno na sekundární stranu transformátoru 3. Zvýšené napětí je poté usměrněno jednocestným usměrňovačem 6 a filtrováno druhým kapacitním blokem 7. Druhý kapacitní blok 7 je tvořen čtveřicí kondenzátorů. První dva kondenzátory jdou keramické s velmi nízkým vnitřním odporem (RESR), který účinně akumuluje krátké špičky dodávané měničem. Druhé dva kondenzátory jsou elektrolytické, s nízkým vnitřním odporem a malým svodovým proudem o kapacitě 0,44 F, vhodný pro akumulaci větších energií a zastupuje tak akumulátor. Vstupní nízké napětí je také filtrováno prvním kapacitním blokem 5 a slouží jako tvrdý zdroj napětí pro transformaci. Tento blok je tvořen pouze trojicí kondenzátorů – dvěma keramickými (4,7 μ F) a elektrolytickým (470 μ F). Mikroprocesor je v případě nedostupnosti volné okolní energie napájen z lithiové baterie 8. Tato baterie 8 je zapojena sériově přes oddělovací diodu D1 (BAT54). Díky tomu je možné bez přerušení dodávky energie přejít z napájení z volné okolní energie na záložní zdroj ve formě lithiové baterie 8. V případě, že je k dispozici dostatek energie ve výstupním bloku kondenzátorů z druhého kapacitního bloku 7, mikroprocesorová jednotka 1 aktivuje logický signál "POWER GOOD" a signalizuje tak připojeným zařízením, že mají možnost odebírat naakumulovanou energii.

Příklad 4

Napájecí jednotka 10 podle obrázku 2, kde základní součástí napájecí jednotky 10 je jednočipová mikroprocesorová jednotka 1 zapojená bez externího oscilátoru a využívající pro svůj běh vnitřní zdroj hodinového taktu. Tranzistorem 2 MOSFET je typ NTMFS4833N, schopný sepnout proud o velikosti 191 A. Transformátor 3 je ručně vinutý typ na jádře EI s

průřezem 2 cm². Konektor vstupního napětí nízké úrovně 4 ze zdroje volné energie je klasický šroubovací terminál s roztečí 5 mm. První kapacitní blok 5 je složen ze tří kondenzátorů. Dva jsou s keramickým dielektrikem, jeden s elektrolytickým dielektrikem. Jednocestný usměrňovač 6 je zastoupen diodou typu schottky D2 s označením 1N5819 v provedení SMD. Druhý kapacitní blok 7 je složen ze dvou typů kondenzátorů. Dva jsou keramické (4,7 μF) a dva elektrolytické s kapacitou 0,22 F dimenzované na napětí 5,5 V. Lithiová baterie 8 je spřažena se dvěma keramickými kondenzátory C1 a C2 kvůli kompenzaci proudových špiček při spínání tranzistoru 2 MOSFET. Z mikroprocesorové jednotky 1 je vyveden sériový komunikační port UART, který dovoluje komunikaci s napájecí jednotkou 10 s možností jejího nastavení (pracovní frekvence, hodnota stabilizovaného výstupního napětí apod.).

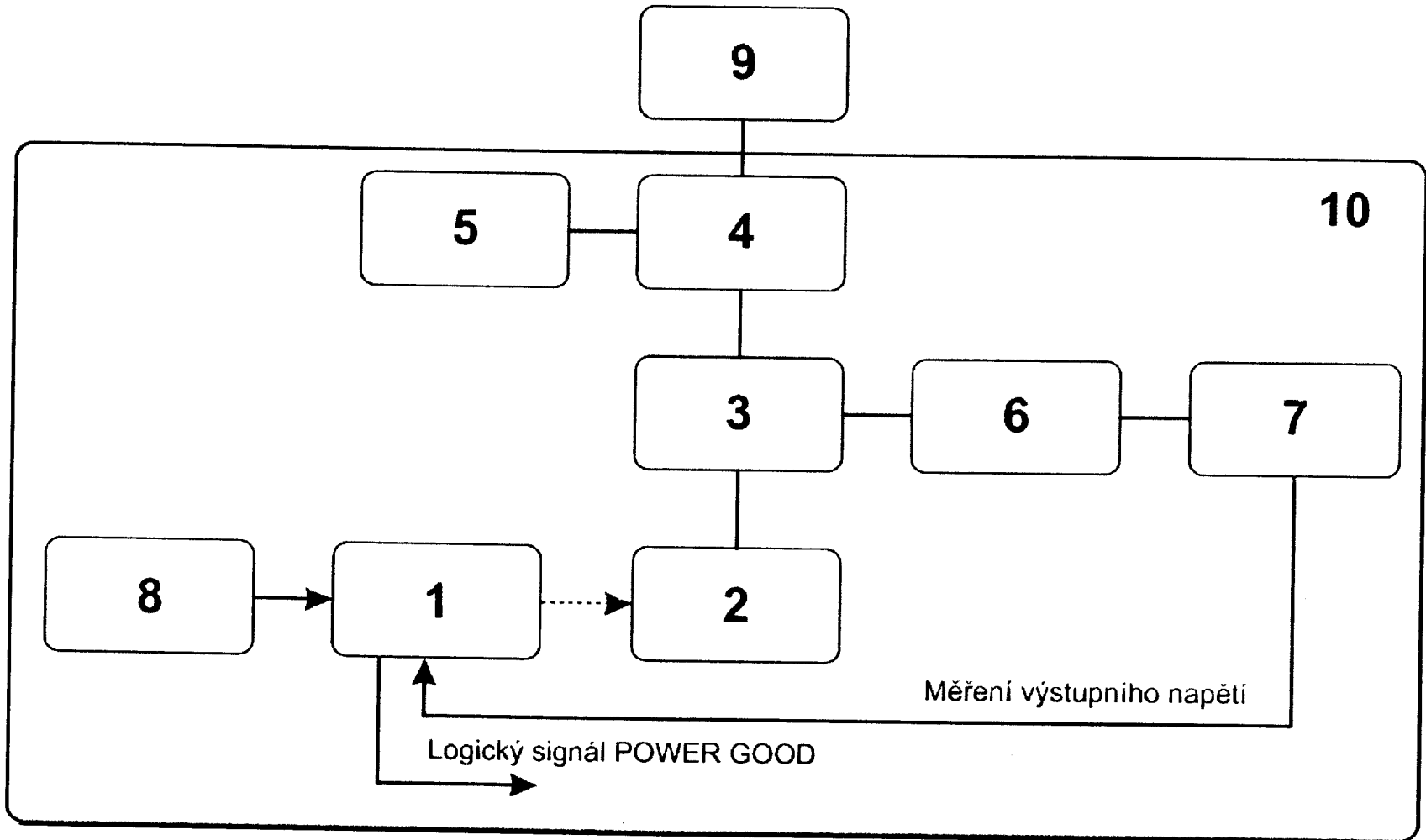
Průmyslová využitelnost

Vynález, napájecí jednotku pracující na principu energy harvesting je možné využít v oblasti sensoriky, v oblastech bez dostupnosti síťové napájecí energie a v místech s obtížnou dostupností pro údržbu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Napájecí jednotka (10) pracující na principu energy harvesting, **vyznačující se tím, že** je tvořena mikroprocesorovou jednotkou (1), která má na první vstup připojenou lithiovou baterii (8), na druhý vstup je připojen výstup z druhého kapacitního bloku (7), přičemž první výstup (logický signál POWER GOOD) mikroprocesorové jednotky (1) je připojen na další bloky signalizace dostatku energie pro jejich provoz a druhý výstup mikroprocesorové jednotky (1) je přes výkonový spínací prvek tranzistoru (2) připojen na primární stranu transformátoru (3), ke kterému je zároveň prostřednictvím vstupního konektoru (4) připojen zdroj (9) volné energie, přičemž ke vstupnímu konektoru (4) je dále připojen první kapacitní blok (5) a na sekundární stranu transformátoru (3) je přes jednocestný usměrňovač (6) připojen druhý kapacitní blok (7).
2. Napájecí jednotka (10) podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** využívá tranzistorem (2) MOSFET je tranzistor N-MOSFET.
3. Napájecí jednotka (10) podle nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** mikroprocesorovou jednotkou (1) je mikroprocesor standardu ATMEGA.
4. Napájecí jednotka (10) podle jakéhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** jednocestný usměrňovač (6) obsahuje diodu typu Schottky.
5. Způsob získávání a transformace energie ze zdrojů (9) volné energie pomocí napájecí jednotky (10), **vyznačující se tím, že** energie ze zdroje (9) volné energie je přivedena na konektor (4) vstupního napětí nízké úrovně, které je filtrováno prvním kapacitním blokem (5) a poté transformováno ze stejnosměrného napětí na napětí pulzní tranzistorem (2) MOSFET, řízeným mikroprocesorovou jednotkou (1), přičemž pulzní napětí je transformováno transformátorem (3) na napětí vyšší úrovně a usměrněno jednocestným usměrňovačem (6) a získaný elektrický náboj je ukládán v druhém výstupním kapacitním bloku (7).

Obr. 1



1/2

PV 2012 - 444

