

Popis obvodu U2407B

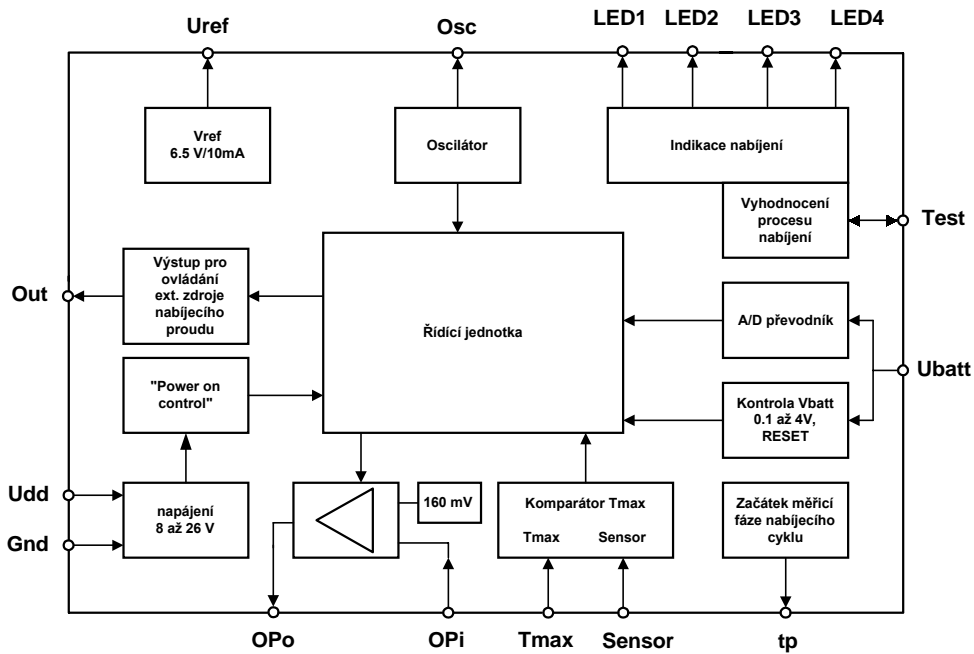
Funkce integrovaného obvodu U2407B

Obvod je co do funkce podobný obvodům U2402,05. Není s nimi ale “pin to pin” kompatibilní. Má zabudovány fázi předformátovací, nemůže nabíjet pouze jeden článek a nemá fázové řízení triaku nebo tyristoru. Navíc má rozšířenou indikaci průběhu nabíjení.

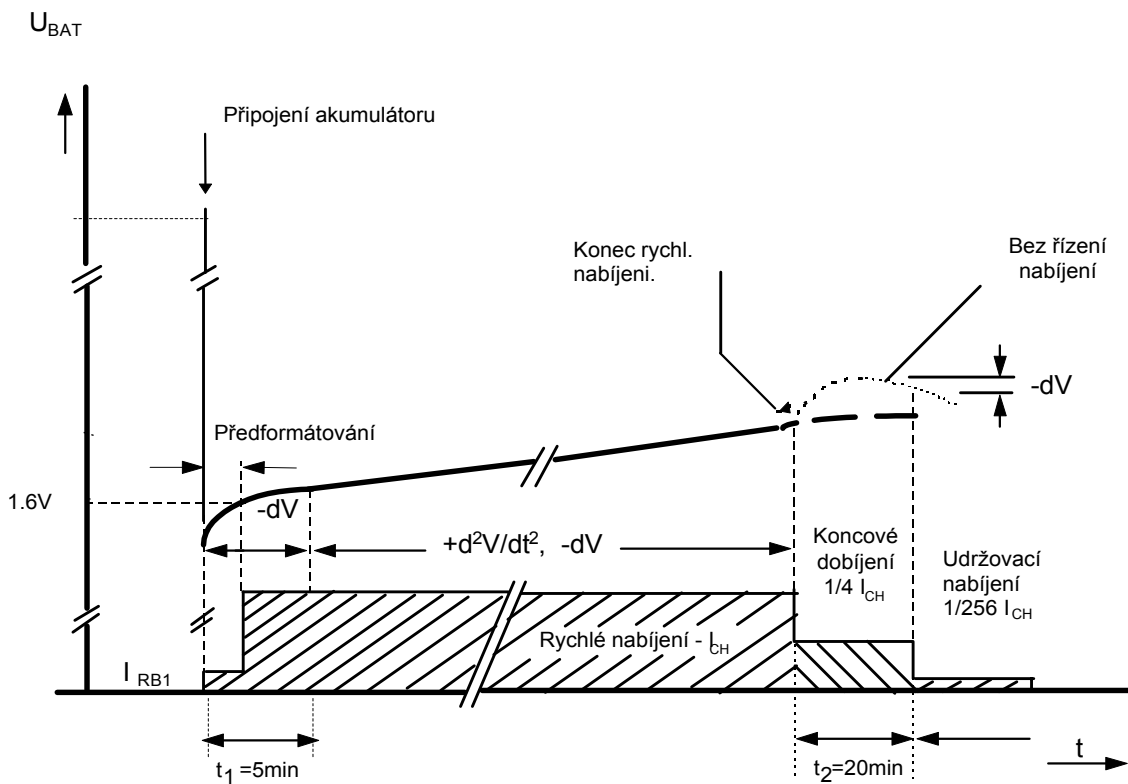
Činnost obvodu je založena na sledování průběhu nabíjecí křivky - viz. obr.2, kde jsou také zachyceny jednotlivé fáze nabíjení, t.j. předformátování, rychlé nabíjení, koncové dobíjení a udržovací nabíjení. Obvod obsahuje několik hlavních bloků, které zajišťují správnou činnost nabíječky. Pokusím se popsat jednotlivé vývody ve spojitosti s těmito bloky. Na obr.1 je blokové schéma obvodu U2407B.

Charakteristika a parametry	U2407B
Napájecí napětí obvodu	8 až 26 V
Pouzdra	PDIP16
Kontrola podle -dU	ANO
Kontrola podle +d ² U/dt ²	ANO
Výkonový prvek na čipu	NE
Fázové řízení externího spínacího prvku	NE
Úvodní předformátování pro úplně vybité články	ANO
Základní rychlé nabíjení	zrychlené pulzní nabíjení
Koncové dobíjení	ANO pulzní
Udržovací nabíjení	ANO pulzní
Časové omezení nabíjení	NE
Kontrola teploty čipu	NE
Kontrola teploty akumulátoru	ANO
Možnost nabíjení jen 1 článku	NE
Vybíjení	možné externí
Indikace	4 x LED

Tab.1 Charakteristika obvodu U2407B



Obr.1 Blokové schéma



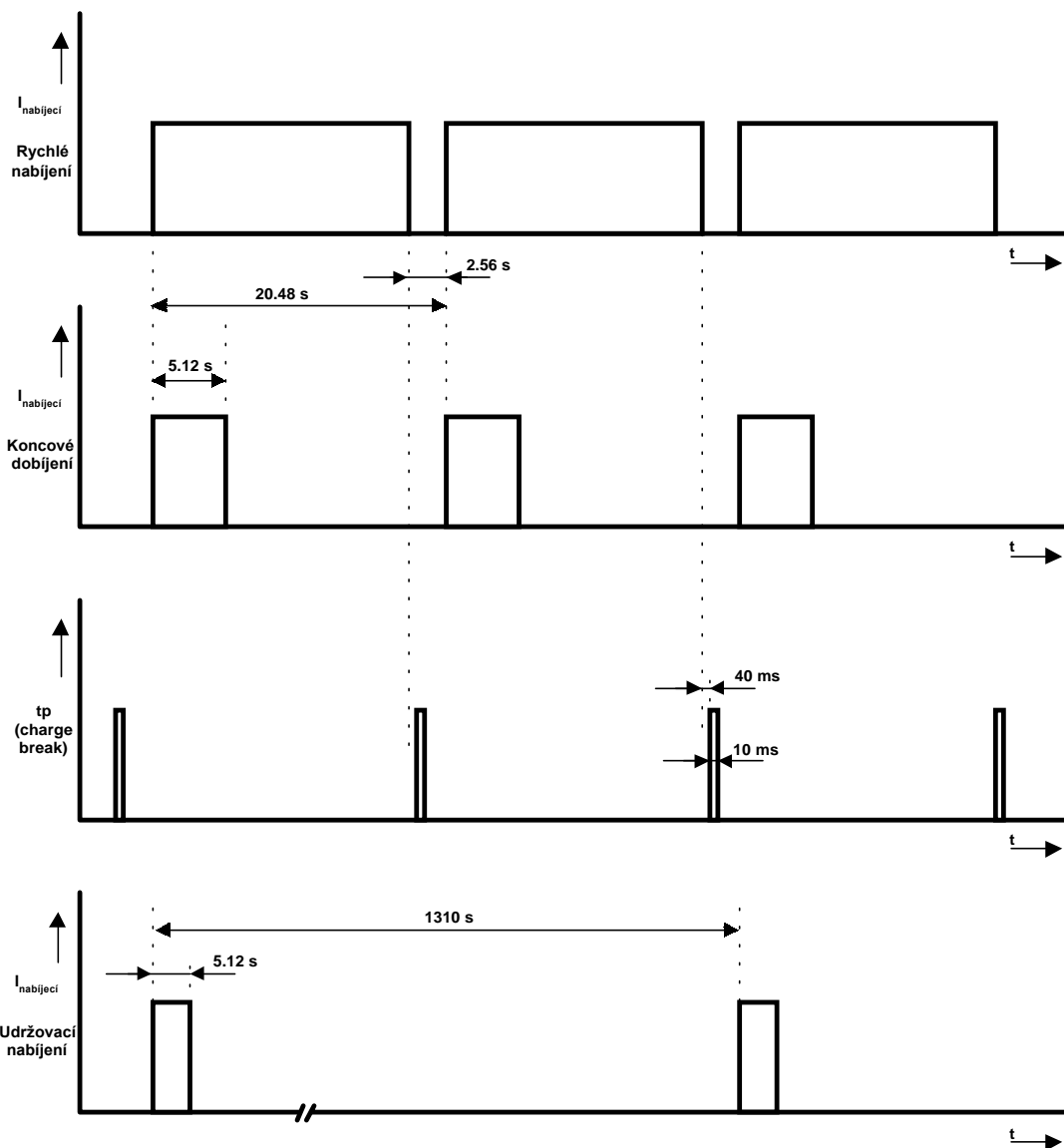
Obr.2 Nabíjecí křivka a fáze nabíjení

Vývod Ubatt

Tento vývod má dvě funkce. Jednak je určen k měření napětí na nabíjeném akumulátoru, jednak umožňuje “reset” obvodu. K tomuto vývodu je uvnitř připojen 10-ti bitový analogově-digitální převodník (dále jen AD převodník). Tento AD převodník průběžně snímá napětí na nabíjeném akumulátoru. Výsledky měření předává řídicímu bloku, který je zpracovává a řídí činnost dalších bloků. Na AD převodník jsou kladeny relativně vysoké nároky. Rozlišovací schopnost je 6,5mV, což je nutné pro správné rozpoznání změn napětí na nabíjeném akumulátoru. Maximální napětí, které je AD převodník schopen zpracovat je 4V. Dále je na vývod **Ubatt** v obvodu připojena detekce akumulátoru, t.j. obvod nespustí nabíjení pokud napětí na tomto vývodu nebude větší než 0,1V. Jestliže naopak napětí na vývodu **Ubatt** překročí 5V (nebo poklesne pod 0,1V) je generován “reset” obvodu a obvod se uvede do klidového stavu. Tento stav je indikován blikáním LED1. Obvod setrvává v tomto stavu, dokud se na **Ubatt** neobjeví napětí v rozmezí 0,1 - 4V. Z tohoto je patrné, jakým způsobem lze k obvodu připojit vybiječku, která musí zajistit následující funkce:

- po dobu vybití generovat napětí větší než 5V do vývodu **Ubatt**
- hlídat konečnou mez vybití akumulátoru, po dosažení této meze přerušit vybití a generaci napětí 5V
- vybijet zvoleným proudem

Po zrušení generace napětí 5V nabíječka okamžitě zahájí nabíjecí cyklus. Obvod U2405 má ve svém algoritmu zahrnutou i fázi předformátování. Ta se aktivuje pouze tehdy, pokud je po připojení nabíjeného akumulátoru napětí na vývodu **Ubatt** menší než 1,6V. Předformátování spočívá v tom, že do akumulátoru teče jen malý stejnosměrný proud, v našem případě určený hodnotou rezistoru označovaného ve schemech jako RB1 (R23 u “komfortní” nabíječky). V okamžiku, kdy napětí na vývodu **Ubatt** překročí hodnotu 1,6V, předformátování končí a začíná fáze rychlého nabíjení. Pokud napětí na vývodu **Ubatt** nedosáhne



hodnoty 1,6V během deseti minut, začne blikat LED1 a obvod setrvává v tomto stavu. (To je také důvod, proč s těmito obvody nelze nabíjet jen jeden článek.) Pokud by došlo po deseti minutách ke zvýšení napětí nad 1,6V obvod přejde do fáze rychlého nabíjení. Po rozpoznání konce nabíjení se spustí fáze koncového dobíjení. Ta je ukončena buď po 20 minutách nebo v okamžiku, kdy obvod rozpozná pokles napětí. Potom obvod již jen udržuje akumulátor v nabitém stavu malým konzervačním proudem (při základním nastavení $f_{osc} = 800\text{Hz}$ jeden dobíjecí puls jednou za 1310 sekund). Průběhy nabíjecích cyklů jsou znázorněny na obr 3.

Obr.3 Nabíjecí cykly ($f_{osc} = 800\text{ Hz}$)

Vývod Sensor

Tento vývod je uvnitř obvodu připojen na komparátor (blok “Komparátor Tmax” na obr.1). Výstup komparátoru řídí činnost nabíječky. Obecně platí, že pro normální činnost nabíječky musí být napětí na tomto vývodu větší než napětí na vývodu **Tmax** a menší než 4V. Pokud se napětí na vývodu **Sensor** dostane mimo povolenou mez, nabíjení okamžitě končí. Obvod přejde do udržovacího režimu nabíjení, ve kterém zůstává i když se napětí na vývodu **Sensor** vrátí do povolených mezí. Z tohoto stavu lze obvod dostat pouze generováním signálu “reset”. Tento vývod se používá pro hlídání teploty nabíjeného akumulátoru, což lze vřele doporučit, neboť cena termistoru je malá, ale hlavně, pokud obvod z nejrůznějších příčin nepozná konec nabíjení, bude neustále nabíjet plným proudem, akumulátor se začne zahřívat a hrozí exploze nabíjeného akumulátoru se všemi důsledky.

Vývod Tmax

Na vývodu se nastavuje odporovým děličem dolní mez napětí komparátoru, viz. vývod **Sensor**.

Vývod OPi

Vstup operačního zesilovače. Tento zesilovač je použit jako komparátor pro řízení zdroje proudu pro nabíjený akumulátor. Komparátor porovnává napětí na vývodu **OPi** s vnitřní referencí 160mV. Jinými slovy řečeno, zdroj proudu pro nabíjený akumulátor je řízen tak, aby úbytek napětí na rezistoru Rsh (R9 u “komfortní” nabíječky) (určen ke snímání nabíjecího proudu) byl vždy právě 160mV. Změnou hodnoty rezistoru Rsh (R9) můžeme tedy volit nabíjecí proud podle následujícího vztahu:

$$I_{nab} = 0,16 / R_{sh} \quad [A, -, ohm]$$

Vývod OPo

Výstup operačního zesilovače, viz. vývod **OPi**. Tento vývod řídí zdroj proudu pro nabíjený akumulátor.

Vývod Vref

Na tomto vývodu je k dispozici stabilizované napětí cca 6,5V. Z vývodu lze odebírat proud až 10mA.

Vývody LED1, LED2, LED3, LED4

Tyto LED diody indikují jednak provozní a jednak chybové stavy. Přiznáváme, že podle firemních podkladů je popis funkce těchto diod dost nepřesný nebo nejasný a proto uvádíme výsledky našich měření v tabulce 2.

	U2407			
Stav nabíjení akumulátoru	LED1 (červená)	LED2 (zelená)	LED3 (modrá)	LED4 (žlutá)
předformátování	nesvítí	nesvítí	bliká	nesvítí
rychlé nabíjení	nesvítí	nesvítí	bliká	nesvítí
koncové dobíjení	nesvítí	svítí	nesvítí	svítí
udržovací dobíjení	nesvítí	svítí	nesvítí	nesvítí
reset nebo zkrat	bliká	nesvítí	nesvítí	nesvítí
teplota mimo rozsah před vložením akumulátoru	nesvítí	nesvítí	nesvítí	nesvítí
teplota mimo rozsah v průběhu nabíjení	bliká	nesvítí	nesvítí	nesvítí
předformátování delší než 10 min., Ubatt<1,6V	bliká	nesvítí	nesvítí	nesvítí

Tab.2 Indikace průběhu nabíjení

Vývod Osc

Vývod pro připojení RC členu oscilátoru. Nominální kmitočet je 800 Hz. Kmitočet je třeba nastavit podle nabíjecího proudu a kapacity nabíjeného článku. Platí (C =kapacita článku, I_{nab} je nabíjecí proud):

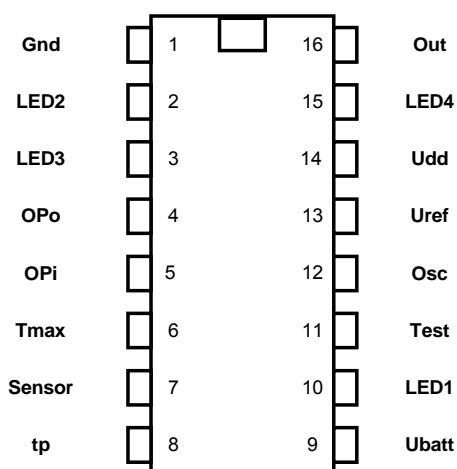
$$f_{osc} = I_{nab} / C * 800 \quad [Hz, mA, mAh]$$

Vývod tp (Charge break)

Indikuje začátek fáze, kdy je nabíjení přerušeno kvůli měření napětí na nabíjeném akumulátoru. Vývod jde na úroveň blízkou napájecímu napětí asi 40ms po ukončení nabíjecího cyklu (~18s) a setrvává na ní asi 10ms. Vlastní měřicí sekvence napětí na vývodu **Ubatt** nastává až po uplynutí doby 1,28s po skončení nabíjecího cyklu a trvá 1,28s (viz též obr. 3). Časy platí pro kmitočet oscilátoru 800 Hz.

Vývod Test

Funkci neznáme. Pravděpodobně vstupně/výstupní vývod používaný při testování obvodu.



Obr. 4 Obvod U2407 v pozdře PDIP18