

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



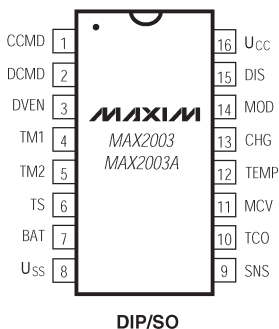
5 MAX2003/2003A – obvody pro řízení rychlého nabíjení článků NiCd a NiMH

5.1 Stručný popis

MAX2003 a MAX2003A jsou integrované obvody určené k přípravě článků NiCd a NiMH k následnému rychlému nabíjení a k jeho řízení. MAX2003A má vzhledem k MAX2003 navíc mód impulzního kapkového nabíjení, který je prevencí proti tvorbě dendritů v článcích NiMH. Oba obvody mohou být použity buď přímo jako spínaný regulátor proudu nebo pro spínání (hradlování) externího zdroje proudu, případně pracovat v lineárním režimu. Impulzní regulátor se vyznačuje výbornou energetickou účinností, ztrátový výkon v nabíječi a tedy vznikající teplo je minimální. Zapojení hradlující vnější zdroj proudu vyžaduje minimum součástek, potřebuje méně prostoru a je levnější.

MAX2003/MAX2003A obsahují na čipu obvody dovolující určit vhodný okamžik pro ukončení rychlého nabíjení a mohou tedy být základem autonomně pracujícího nabíječe. K ukončení může vést pět kritérií – rychlost stoupaní teploty, pokles napětí, maximální teplota, doba a napětí. Navíc není možné rychlé nabíjení zahájit, pokud není napětí a teplota baterie v bezpečných mezích. Obvody rovněž umožňují vybíjení článků před započítím nabíjecího procesu a tak jim zajistit definovaný výchozí stav. Dovolují tak zvané koncové dobíjení (top-off charging). K obvodům lze přímo připojit diody LED signalizující aktuální stav průběhu nabíjení. Po volbě správného algoritmu lze s nimi nabíjet baterie NiCd i NiMH.

Obvody se vyrábějí v 16vývodových pouzdrech DIP, úzkých a širokých pouzdrech SO s vývody zapojenými podle *obr. 5.1*. MAX2003 v pouzdrech DIP a širokém pouzdře SO je přímým ekvivalentem obvodu bq2003 firmy Benchmarq.



Obr. 5.1 Pouzdro MAX2003/MAX2003A shora

5.1.1 Označení a funkce vývodů pouzdra

Tab. 11 Označení vývodů pouzdra MAX2003/MAX2003A a jejich funkce

Číslo vývodu	Označení	Funkce
1	CCMD	Vstup pro spuštění rychlého nabíjení logickým signálem.
2	DCMD	Vstup pro spuštění vybíjení před nabíjením logickým signálem.
3	DVEN	Povolení ukončení nabíjecího procesu při poklesu napětí článku během rychlého nabíjení ($-\Delta U$). Volba je aktivní, pokud je vývod připojen na log. 1 (vysoká úroveň). Je-li vývod připojen na log. 0, funkce je zablokována.
4, 5	TM1 TM2	Vstupy pro nastavení parametrů rychlého nabíjení, přídržné doby a povolení koncového dobíjení. Detaily uvádí <i>tab. 18</i> .
6	TS	Vstup pro připojení obvodu pro měření teploty s termistorem NTC. S rostoucí teplotou napětí na vstupu klesá.
7	BAT	Vstup pro měření napětí jednoho článku. Nabíjí-li se více článků, je nutné použít napěťový dělič.
8	U_{SS}	Zem
9	SNS	Vstup pro měření nabíjecího proudu. Připojuje se k zápornému vývodu článku. Napětí na tomto vývodu je přímo úměrné proudu protékajícímu článkem a určuje jak a kdy MOD spíná.
10	TCO	Nastavení mezní teploty článku. Je-li rozdíl napětí mezi TS a SNS menší než napětí na vývodu TCO, je detekováno přehřátí článku a rychlé nabíjení nebo koncové dobíjení jsou ukončeny.
11	MCV	Vstup pro definování maximálního napětí na článku. Překročí-li napětí mezi BAT a SNS napětí na vývodu MCV, je rychlé nabíjení nebo koncové dobíjení ukončeno.
12	TEMP	Signalizace teploty mimo dovolený interval a rychlé nabíjení a koncové dobíjení nejsou povoleny. Vývod spíná přímo diodu LED.
13	CHG	Signalizace fáze nabíjení. Vývod spíná přímo diodu LED.
14	MOD	Výstup řídicího signálu pro spínání nabíjecího proudu. Pro napájení 5 V platí, že pokud hodnota napětí na vývodu SNS menší než 220 mV, je signál MOD v log. 1. Je-li toto napětí vyšší než 250 mV, bude signál MOD v log. 0.
15	DIS	Výstup pro řízení hradla tranzistoru MOSFET ovládajícího vybíjení baterie.
16	U_{CC}	Připojení napájecího napětí +5 V. Vývod je třeba blokovat kondenzátorem 100 nF.

5.2 Mezní hodnoty

Všechny vývody vůči U_{SS}	-0,3 V, +6 V
Trvalý ztrátový výkon (při $T_A = +70\text{ °C}$)	
Plastové pouzdro DIP	842 mW (-10,53 mW/°C nad +70 °C)
Úzké pouzdro SO	696 mW (-8,7 mW/°C nad +70 °C)
Široké pouzdro SO	762 mW (-9,52 mW/°C nad +70 °C)
Rozsah pracovních teplot	0 °C až +70 °C

5.3 Charakteristické parametry

$U_{CC} = 4,5\text{ V}$ až $5,5\text{ V}$, zapojení *obr. 5.2*, měřeno vůči U_{SS} , $T_A = T_{MIN}$ až T_{MAX} , není-li uvedeno jinak (viz *tab. 12*).

5.4 Časové charakteristiky

$U_{CC} = 4,5\text{ V}$ až $5,5\text{ V}$, zapojení *obr. 5.2*, měřeno vůči U_{SS} , $T_A = T_{MIN}$ až T_{MAX} , není-li uvedeno jinak. Typické hodnoty odpovídají $U_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = +25\text{ °C}$.

Tab. 13 Časové charakteristiky MAX2003

Parametr	Symbol	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
minimální šířka impulzů	t_{MPW}	CCMD, DCMD	1			μs
spínací kmitočet	f_{MAX}	vývod MOD při rychlém nabíjení, $U_{CC} = 5\text{ V}$			100	kHz
doba pro zjištění vložení baterie (viz Poznámku)	t_{BTO}		200	250	300	ms
chyba časové základny	d_{FCV}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	-16		16	%

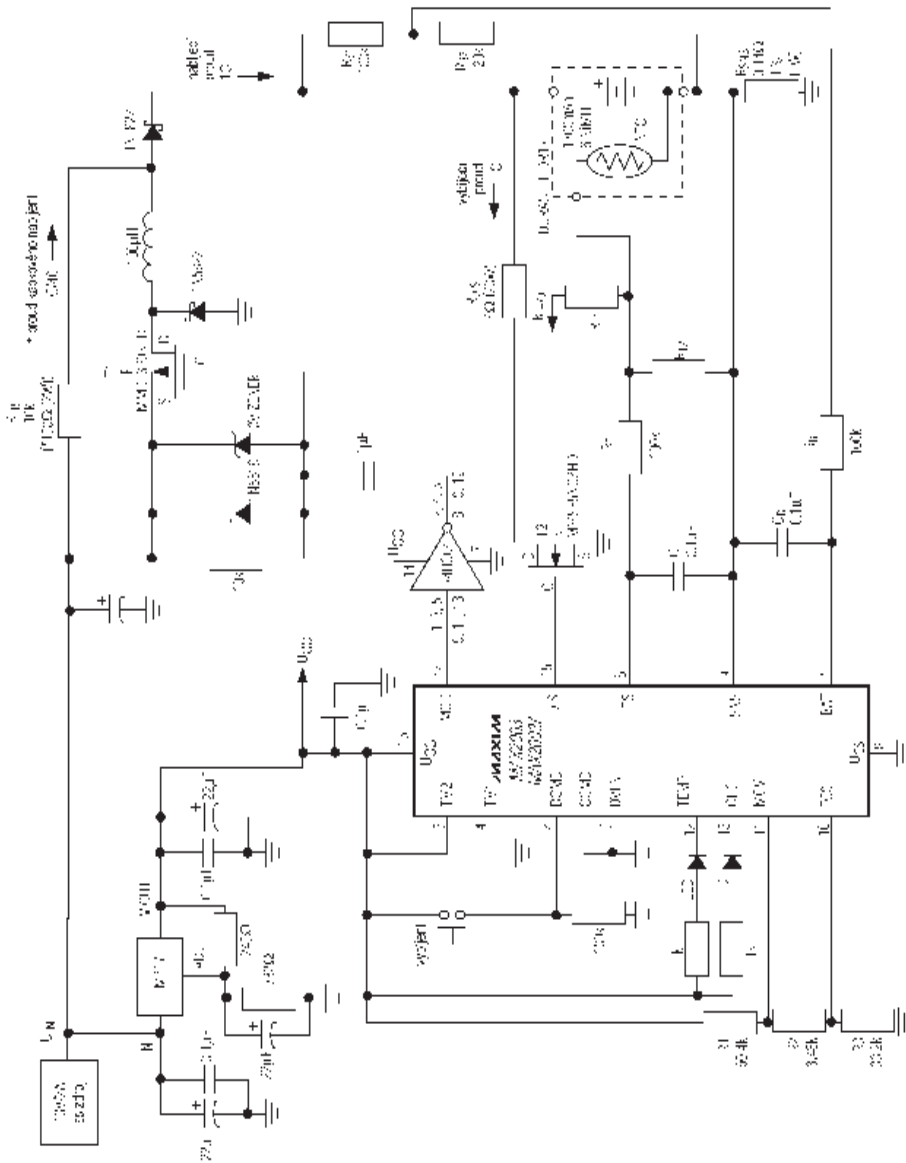
Poznámka: Při vložení baterii může být po ukončení rychlého nabíjení $U_{BAT} > U_{MCV}$ maximálně po dobu t_{BTO} . Pokud tento stav platí i po této době, znamená to, že byla baterie vyjmuta.

Tab. 12 Charakteristické parametry MAX2003/MAX2003A

Parametr	Symbol	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
napájecí napětí	U_{CC}		4,5	5	5,5	V
napájecí proud	I_{CC}	bez zátěže		0,75	2,2	mA
napětí 1 článku	U_{CELL}	$U_{BAT} - U_{SNS}$	0		U_{CC}	V
vstup napětí baterie	U_{BAT}		0		U_{CC}	V
napětí úměrně teplotě	U_{TEMP}	$U_{TS} - U_{SNS}$	0		U_{CC}	V
napětí vstupu teplotního signálu	U_{TS}		0		U_{CC}	V
konečné napětí vybití	U_{EDV}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	$0,2U_{CC} - 30\text{ mV}$	$0,2U_{CC}$	$0,2U_{CC} + 30\text{ mV}$	V
maximální napětí článku	U_{MCV}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	U_{EDV}		$U_{EDV} + 0,2U_{CC}$	V
napětí při minimální teplotě pro zahájení nabíjení	U_{LTF}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	$0,4U_{CC} - 30\text{ mV}$	$0,4U_{CC}$	$0,4U_{CC} + 30\text{ mV}$	V
napětí při mezní teplotě ukončující rychlého nabíjení	U_{TCO}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	$U_{LTF} - 0,2U_{CC}$		U_{LTF}	V
napětí maximální teploty pro zahájení nabíjení	U_{HTF}	$U_{CC} = 5\text{ V}, U_{TCO} = 1,4\text{ V}$	$U_{LTF}/8 + 7U_{TCO}/8 - 30\text{ mV}$	$U_{LTF}/8 + 7U_{TCO}/8$	$U_{LTF}/8 + 7U_{TCO}/8 - 30\text{ mV}$	V
horní překlápečí hladina SNS	U_{SNSHI}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	$0,05U_{CC} - 25\text{ mV}$	$0,05U_{CC}$	$0,05U_{CC} + 25\text{ mV}$	V
dolní překlápečí hladina SNS	U_{SNSLO}	$U_{CC} = 5\text{ V}$	$0,044U_{CC} - 25\text{ mV}$	$0,044U_{CC}$	$0,044U_{CC} + 25\text{ mV}$	V
rozdíl hladin SNS (Poznámka 1)	$U_{SNSHI} - U_{SNSLO}$			30		mV
pokles nabíjecí charakteristiky (Poznámka 2)	$-\Delta U$	$U_{CC} = 5\text{ V}$		12		mV
rozlišení vstupu pro měření teploty (Poznámka 2)	U_{THERM}	$U_{CC} = 5\text{ V}$		16		mV
úroveň log. 1 – výstup	U_{OH}	Pro DIS, TEMP, CHG, $0\text{ mA} \leq I_{load} \leq 5\text{ mA}$; Pro MOD $0\text{ mA} \leq I_{load} \leq 10\text{ mA}$	$U_{CC} - 0,5$			V
úroveň log. 0 – výstup	U_{OL}	Pro DIS, TEMP, CHG, $0\text{ mA} \leq I_{load} \leq 5\text{ mA}$; Pro MOD $0\text{ mA} \leq I_{load} \leq 10\text{ mA}$		0,5		V
úroveň log. 1 – vstup	U_{IH}	CCMD, DCMD, DVEN TM1, TM2	$U_{CC} - 1$ $U_{CC} - 0,3$			V
úroveň log. 0 – vstup	U_{IL}	CCMD, DCMD, DVEN TM1, TM2			1 0,3	V
svodový proud	I_{LKG}	CCMD, DCMD DVEN spojen s U_{CC} a U_{SS}	-1		1	μA
vstupní proud při log. 1	I_{IH}	TM1, TM2 = U_{CC}	-70			μA
vstupní proud při log. 0	I_{IL}	TM1, TM2 = U_{SS}			70	μA
vstupní proud v 3. stavu	I_{IZ}	TM1, TM2 = 3. stav	-2		2	μA
vstupní impedance		BAT, MCV, TCO, SNS, TS	50			$M\Omega$

Poznámka 1: Malá odchylka od typických 30 mV je dána tolerancí interního děliče.

Poznámka 2: Typické kolísání uvedených hodnot nepřevyšuje $\pm 4\text{ mV}$.



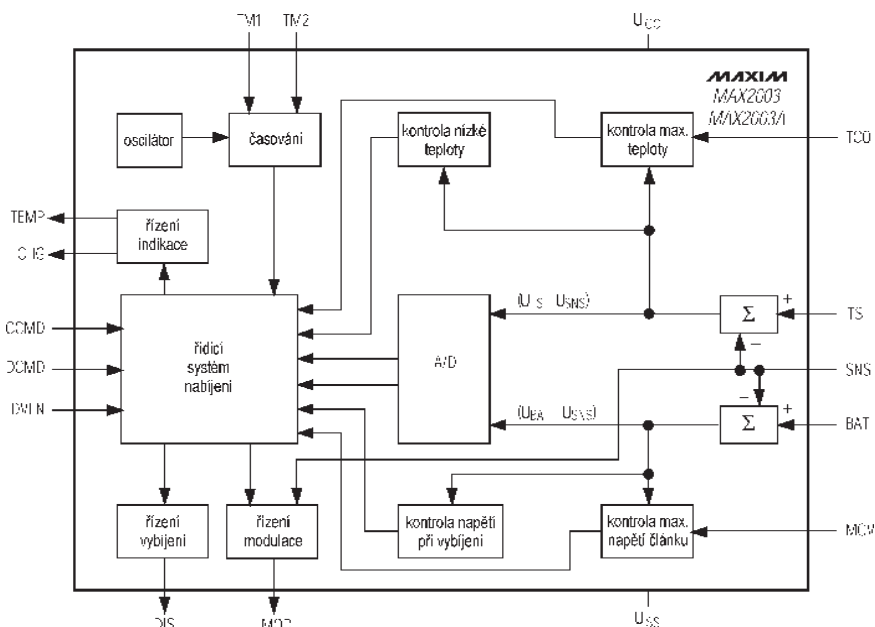
Obr. 5.2 Spínaný nabíječ NiMH baterie s 6 články s ukončením rychlého nabíjení kritériem $\Delta T/\Delta t$

5.5 Podrobný popis

Nabíječe s těmito obvody mohou ukončit rychlé nabíjení baterie při splnění různých kritérií, přičemž řídicí obvod průběžně monitoruje ty, které konstruktér zvolí:

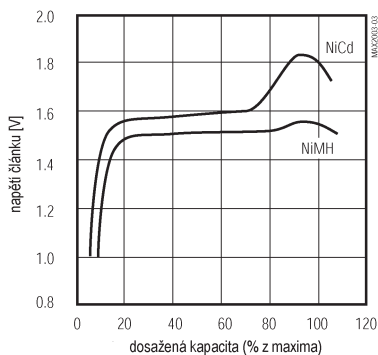
- pokles (záporný přírůstek) napětí ($-\Delta U$)
- rychlost změny teploty ($\Delta T/\Delta t$)
- maximální napětí
- maximální čas
- maximální teplota

Na obr. 5.3 je uvedeno funkční blokové schéma řídicího obvodu MAX2003/2003A



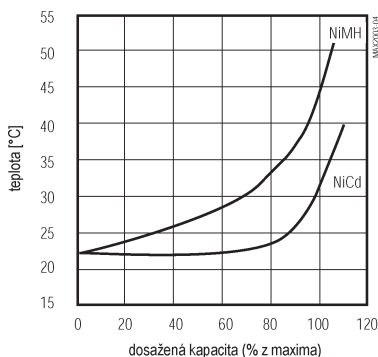
Obr. 5.3 Funkční blokové schéma MAX2003/MAX2003A

Výchozími informacemi při návrhu zapojení obvodu pro rychlé nabíjení jsou typ nabíjených akumulátorů a doporučení jejich výrobce pro ukončení rychlého nabíjení. Z porovnání napěťových charakteristik nabíjení obou typů článků uvedených na obr. 5.4 vyplývá, že články NiCd vykazují ke konci nabíjecího procesu výraznější pokles napětí než články NiMH. Detekci poklesu napětí ($-\Delta U$) článku je v případě MAX2003/2003A možné použít pouze u článků NiCd, u článků NiMH by tato metoda byla nespolehlivá a vedla by k přebíjení.



Obr. 5.4 Nabíjecí charakteristika baterií NiCd a NiMH

Ze srovnání nárůstu teploty článku během nabíjecího procesu na obr. 5.5 vyplývá, že články NiCd vykazují až do nabití na 80 % kapacity poměrně pomalý vzestup teploty, zatímco články NiMH se ohřívají o poznání rychleji. Po nabití na zhruba 90 % kapacity je však již rychlost stoupaní teploty u obou typů článků srovnatelná. Detekci překročení určité rychlosti stoupaní teploty článku ($\Delta T/\Delta t$) lze tedy použít pro ukončení rychlého nabíjení u článků obou těchto typů.



Obr. 5.5 Závislost dosažené kapacity a teploty pro články NiCd a NiMH

V tab. 14 a tab. 15 jsou uvedeny doporučené metody ukončení rychlého nabíjení podle typu článku a nabíjecího proudu. Pro volbu správné metody je však vždy rozhodující vyjádření výrobce!

Tab. 14 Metody ukončení rychlého nabíjení článků NiMH

NiMH					
nabíjecí proud	$\Delta T/\Delta t$	$-\Delta U$	max. napětí	max. čas	max. teplota
$> C/2$	ano	ne	ano	ano	ano

Tab. 15 Metody ukončení rychlého nabíjení článků NiCd

NiCd					
nabíjecí proud	$\Delta T/\Delta t$	$-\Delta U$	max. napětí	max. čas	max. teplota
$> 2C$	ano	ano	ano	ano	ano
$C/2$ až $2C$	*	*	ano	ano	ano

* použije se jedna nebo obě tyto metody

Na obr. 5.2 je standardní zapojení nabíječe článků NiMH, který pracuje v spínacím režimu s nabíjecím proudem číselně rovným kapacitě baterie C a užívá kritérium $\Delta T/\Delta t$. Je však možné jej použít, jak vyplývá z tab. 15, i pro NiCd. Zapojení tohoto nabíječe poslouží v dále uvedeném detailním popisu funkce MAX2003/MAX2003A.

5.6 Měření napětí článku

Vývod BAT je určen k měření napětí připadajícího na 1 článek nabíjené baterie. Proto je nutné, nabíjíme-li více článků než jeden, použít v případě N článků dělič z rezistorů R_{B1} , R_{B2} tak, aby pro jejich odpory platilo:

$$N = (R_{B1}/R_{B2}) + 1$$

Vzhledem k velmi vysoké vstupní impedanci tohoto výstupu (minimálně $50 \text{ M}\Omega$), je pro celkový odpor ($R_{B1} + R_{B2}$) vhodným kompromisem mezi příliš malou hodnotou, kdy by dělič zbytečně odváděl z baterie proud, a příliš velkou, která by zvětšovala časovou konstantu vstupního filtru, hodnota mezi $100 \text{ k}\Omega$ a $500 \text{ k}\Omega$. Filtr, který tvoří kondenzátor C_B a rezistor R_B , odstraňuje rušivý šum a tím zvyšuje přesnost vyhodnocení napětí baterie. Přitom je však nutné, aby pro jeho časová konstanta platilo $R_B \cdot C_B < 200 \text{ ms}$.

5.7 Měření teploty baterie

Pro měření teploty baterie se předpokládá užití termistoru NTC, který s ní musí mít dobrý tepelný kontakt. Údaj o aktuální teplotě nabíjené baterie může být využit pro rozhodnutí o možnosti zahájení a ukončení rychlého nabíjení. K ukončení lze využít dvě