

Měřič kapacit s jednočipem

V časopisech KTE číslo 4 a 5 / 98 vyšla obvodově velmi rozsáhlá konstrukce měřiče kapacit, která využívá velmi jednoduchý měřicí princip s obvodem C555. Tento princip využívá i moje konstrukce, ale všechno ostatní obstarává jednočipový mikropočítač 89C2051. Jde o třímístný číslicový měřič kapacit s rozsahem 1p - 20 mF, který se volí automaticky.

Základní tech. údaje

Funkce: měření kapacity
Měřicí metoda: viz. [1]
Napájení: 7 - 24 V AC / DC
Odběr: 100 mA -stand-by s 7805 < 5 mA
Rozměry: deska A - 63x73mm B - 28x90mm
Displej: čtyřmístný 14,2mm sedmiseg. LED
-levé 3 - měřený údaj -pravé 1- exponent (p, n, u, m) viz.

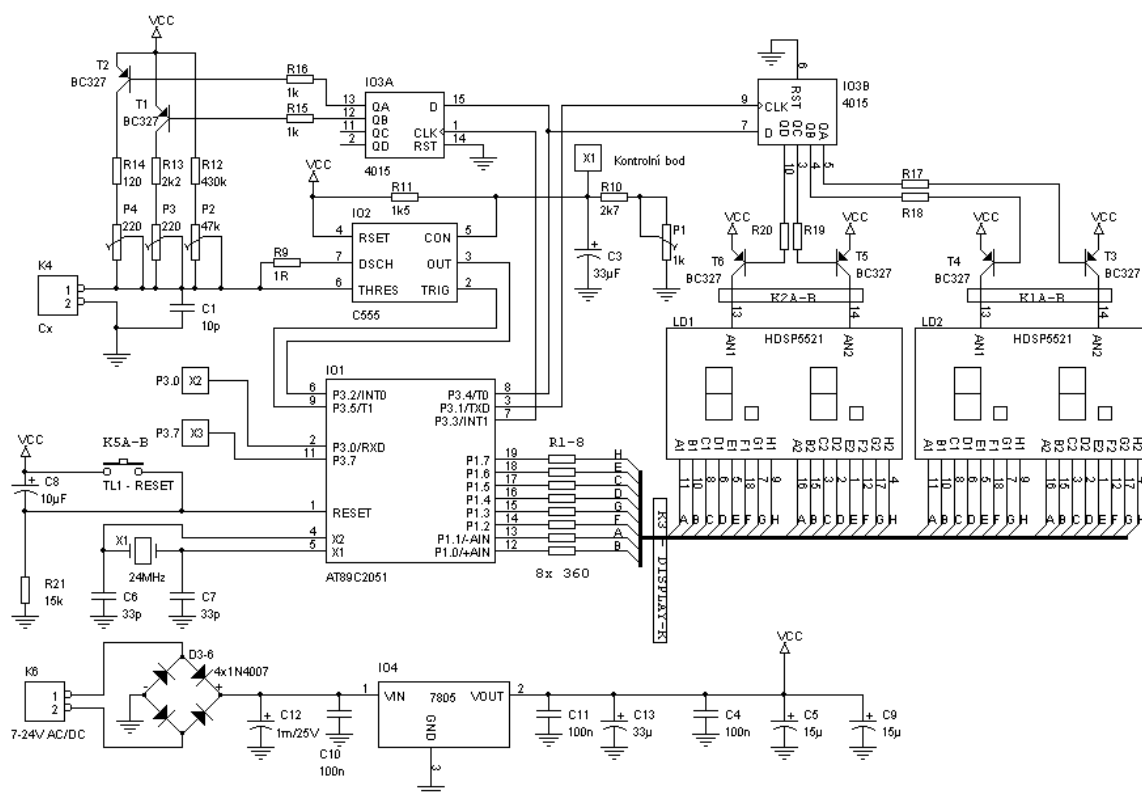
Tab. 3

Osazení: 4 IO, 6 T, 4 D

Úvodní popis

Měřič kapacit byl řešen jako přístroj s co nejjednodušším ovládním. Proto si při měření sám přepíná rozsahy a výsledek je zobrazován ve vědeckém formátu s exponentem s největší možnou přesností. Korekce parazitních kapacit přivodů při měření nejmenších kapacit se provádí softwarově při zapnutí měřiče nebo při stisku jediného tlačítka.

Schéma zapojení



Obr. 1 Schéma zapojení měřiče kapacit

Princip měření

Měřicí obvod s obvodem C555 je stejný jako v [1]. Jednočipy řady 51 dokáží hardwarově měřit periodu vnějšího signálu na pinech P3.2 a P3.3 pomocí vnitřních čítačů 0 a 1 při nastavení bitů GATE=1 a C/~T=0 v registru TMOD. Čítače při tomto nastavení přičítají rychlostí rovnou 1/12 frekvence vnitřního oscilátoru. V této konstrukci je použit k měření čítač 0 a pin P3.2. Pokud je P3.2 na log. 1 je čítání uvolněno. Frekvence 24MHz / 12 = 2MHz na nejnižším rozsahu je tedy poloviční než v [1]. Pro dosažení rozlišení 1pF na nejnižším rozsahu je proto nutno 2x zvětšit odpor rezistoru na 440k. Nastavování rozsahů řídí jednočip pomocí 1/2 obvodu 4015. Měření probíhá v těchto krocích:

- Nejprve nastavíme rozsah pro největší kapacity (sepnut T2).
- Vynulujeme časovač 0 a pošleme záporný puls na vstup TRIG obvodu 555.
- Výstup OUT přejde z 0 do 1 a měřený kondenzátor se nabíjí a vnitřní čítač se přičítá.

Při návratu výstupu OUT z 1 do 0 máme změřeno, tedy jenom v případě, že byl zvolen správný rozsah. Pokud v čítači bude velmi nízká hodnota, přepneme rozsah na nižší a měříme znovu viz. Tab 1.

Po úspěšném nalezení rozsahu a změřeni musíme přepočítat binární hodnotu na BCD. Pokud jsme měřili už na nejnižším rozsahu odečteme korekci parazitních kapacit. Tento výsledek omezíme na 3 platná místa s desetinou tečkou a exponent vyjádřený akronymem viz. tab 2. A toto vše zobrazíme

Tab.1 - Tabulka rozsahů

Rozsah	Od	Do	R
Malé	1p	399n	440k
Střední	400n	99u	2k2
Velké	100u	20m	120+x

Tab.2 Exponenty

m	1E-3	mili	□
μ	1E-6	mikro	⌋
n	1E-9	nano	□
p	1E-12	piko	⌋

Tab.3 Zobrazované údaje

EHP	logo po zapnutí	-Op	špatně nastavená nula
Op -	naměřený údaj,	OpF	(např. odpojené
20m	exponent viz. tab. 2	vynulované měř. šňůry)	
OL	přepnutí C >20mF	not0	nelze vynulovat
Err	chyba C555	(připojen C >999pF)	
rES	mulování měřiče	Off	přechod do stand-by

Popis zapojení

Při návrhu zapojení jsem vycházel z vlastností použitého procesoru 89C2051 zde IO1. Procesor obstarává většinu funkcí měřiče, tj. měření periody, nastavování rozsahů, přepočítání hodnot, korekce na nejnižším rozsahu a zobrazování údajů. Frekvence krystalu je 24MHz. Využití vývodů IO1:

P1 - katody displejů

P3.0 (x2) - =0 stav stand-by

P3.1 - CLK - displej

P3.2 - OUT z IO2 C555

P3.3 - CLK - rozsahy

P3.4 - DATA společné

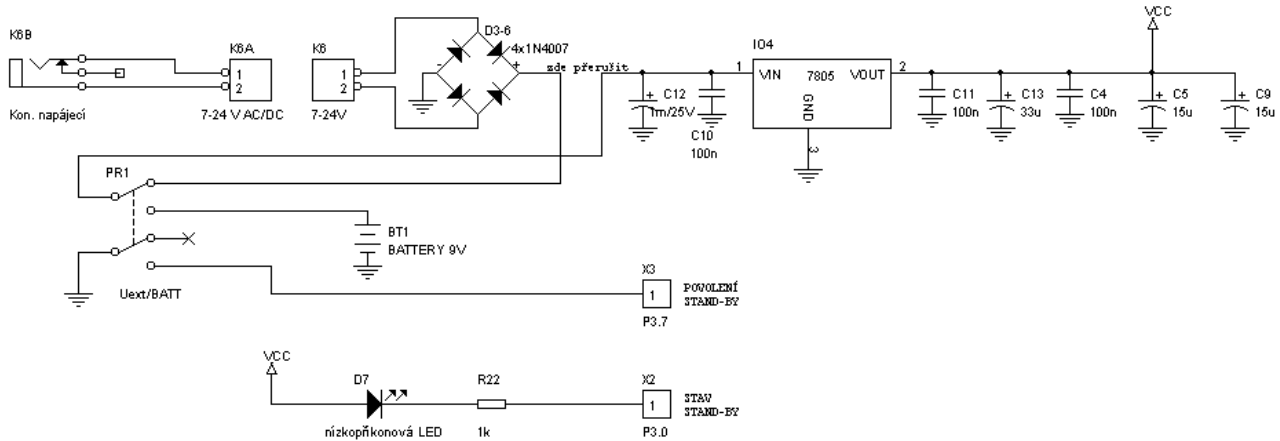
P3.5 - TRIGGER u IO2 C555

P3.7 (x3) - =0 povolení stand-by

Přepínání rozsahů obstarávají tranzistory PNP T1, T2 a polovina obvodu IO3 typu 4015. Jedná se o 2x 4 bit. statický posuvný registr s ovládním přes piny DATA a CLK. Rozsah pro nejmenší kapacity není potřeba spínat, protože odpory R12 + P2 >440k příliš neovlivní další rozsahy. Pro sepnutí tranzistorů T1, T2 je potřeba na správnou pozici narotovat log. 0. Měření kapacity obstarává obvod IO2 typu C555 zapojený jako monostabilní klopný obvod. O napětíové úrovni klopní se stará vnější dělič R11, R10 a P1 připojený na vývod 3 (nebo bod x1), kde musí být napětí rovné 2/3 napájecího napětí (3.33V). Perioda KO je dána zvoleným rozsahem a měřenou kapacitou, bližší popis viz. [1]. Zobrazování je řešeno jako u většiny zapojení s tímto procesorem tak, že celý P1 budí přes rezistory R1-8 katody LED v displejích, pozor nejsou zapojeny v řadě za sebou, viz. schéma zapojení. Anody spínají na napájecí napětí tranzistory T3-6, které ovládá druhá část obvodu IO2. Přepínání a časování řídí procesor. Korekce parazitních kapacit na nejnižším rozsahu se provádí softwarově. Při zapnutí nebo po resetu je údaj na displeji vynulován a naměřená hodnota zapamatována jako korekce. Proto je na čelním panelu tlačítko reset. Tato korekce se provádí do hodnoty 999pF, např. při připojení měřicích šňůr. Při překročení této hodnoty měřič zobrazuje hlášku 'not0' a nevynuluje se. Další výhodou tohoto řešení je při zbloudění programu nebo při ukončení stand-by módu. Měřič obsahuje kompletní zdroj se stabilizátorem 7805 (IO4). Filtraci obstarává kondenzátor C12 1mF/25V axiální nebo radiální. Na svorky je možné připojit jak střídavé tak stejnosměrné napětí 7-24V. Odběr by neměl přesáhnout 100mA. Měřič lze napájet i z baterie. Pokud připojíme pin P3.7 trvale na log. 0, měřič se po sto měřeních se stejným exponentem přepne do režimu STAND-BY (vše neaktivní, procesor power-down). Informace o tomto módu je log. 0 na pinu P3.0. To můžeme využít na vypnutí zdroje, rozsvícení LED, atd.. Vывést měřič z tohoto módu lze tlačítkem RESET nebo odpojením a připojením napájení.

Schéma zapojení při použití napájení z baterie

UPRAVENÉ ZAPOJENÍ MĚŘIČE KAPACIT



Obr. 4 Upravené schéma zapojení, Napájení měřiče z baterie

Stavba a oživení

Celý měřič je postaven na dvou jednostranných deskách. Jejich zhotovení by nemělo dělat větší potíže. Po vyleptání se pustíme do pájení. Postupujeme standardně od pasivních k aktivním. Pod procesor a C555 doporučuji použít patiči. Krystal ohneme k desce a přilepíme oboustranně lepící pryž. Ani osm SMD rezistorů nemůže činit potíže, plošky nejprve pocínujeme, přiložíme součástku a pak zapájíme z obou stran. Propojení s deskou displeje obstarávají 4 ploché kabely propojené

mezi konektorem xxA a xxB, vždy vodič číslo 1 na číslo 1:

Dvou vodičové:

K1A-B -anoda pravá číslicovka K2A-B -anoda levá

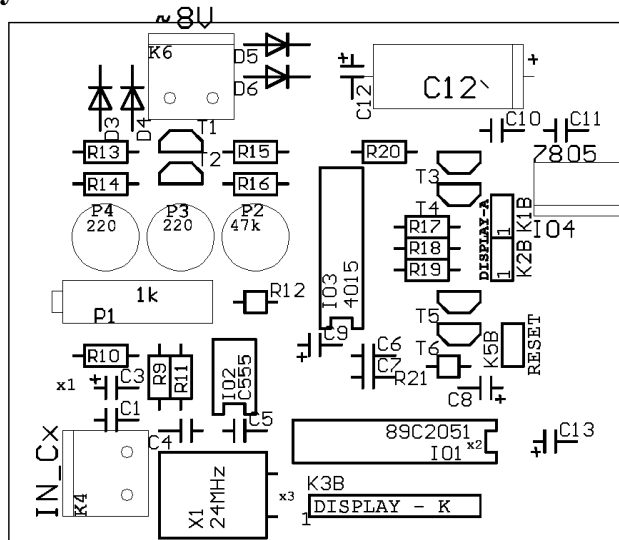
K5A-B -tlačítko reset (NULA)

Osmivodičové:

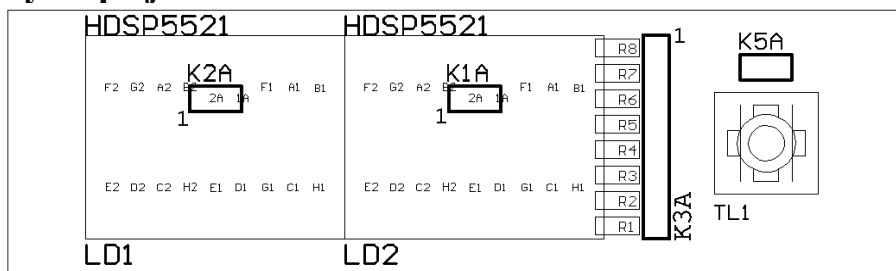
K3A-B -katody displeje

Deska s procesorem se přišroubuje přes distanční sloupky na dno krabičky např. GM U-KP3, deska s displejem na čelo krabičky. Do krabičky můžeme umístit baterii nebo konektor pro připojení externího zdroje. Oživení provádíme bez vloženého procesoru. Připojíme napájení a zkontrolujeme 5V napětí na stabilizátoru IO4 a na napájecích pinech IO. Pokud je vše v pořádku, zdroj odpojme a zapojíme procesor. Po zapnutí se musí objevit logo EHP a pak údaj 0 P (piko). První nastavíme trimrem P1 na pinu 5 IO2 překlápěcí napětí na 3.33 V. Pak připojíme kondenzátor o kapacitě kolem 100nF (jinde přesně změřený) a trimrem P2 nastavíme údaj na displeji na tuto hodnotu. Dále pokračujeme s nastavením P3 pro kondenzátor a P4 pro 1mF, zde pozor na polaritu připojení kondenzátorů. Nastavení si přezkontrolujte libovolným počtem dalších kondenzátorů. Je nutné si uvědomit, že změna P2 vyvolá určitou malou chybu v nastavení P3, P4. Tabulka rozsahů viz. Tab. 1.

Osazení hlavní desky



Osazení desky displeje



Závěr

Popsaný měřič kapacit po přiložení neznámého kondenzátoru téměř okamžitě ukáže kapacitu s exponentem. Není potřeba měnit rozsahy, o všechno se postará procesor.

Seznam součástek

R1 - R8	360R SMD	C1	10pF
R9	1R	C3, C13	33uF/6,3V
R10	2k7	C4, C10, C11	100n
R11	1k5	C5, C9	15uF tantal
R12	430k	C6, C7	33p
R13, R17 - R20	2k2	C8	10uF/6,3V
R14	120	C12	1mF/25V
R15, R16	1k	LD1, LD2	HDSP5521
R21	10k	D3 - D6	1N4007
P1	1k, 20-otáček	T1 - T6	BC327 pnp
P2	47k cerm.	IO1	AT89C2051
P3	220 cerm.	IO2	C555
P4	220 cerm.	IO3	4015
TL1	-spínač	IO4	7805 (celoplast.)
		X1	XTALL 24MHz

a další:

Patice 8, 16 a 20 pin (při použití), Přístrojová zdička zelená a červená, Plastová krabička např. GM U-KP3, Vypínač (přepínač), Konektor napájecí

Názvy konektorů:

K1, K2	DISPLAY-A
K3	DISPLAY-K
K4	IN_Cx
K5	RESET
K6	VCC-8V~

Použitá literatura

[1] Měřič kapacit, KTE č 4,5 / 98

Případní zájemci o naprogramovaný jednočipový mikropočítač se mohou obrátit na autora.