

Retro hodiny

Projekt rieši významný nedostatok moderných digitálnych hodín s kremeňovým kryštálom (angl. *quartz clock*). Tento typ hodín totiž obvykle neobsahuje ručičky, ktoré by v pravidelných intervaloch vydávali charakteristický zvuk, ktorý bezpochyby mnohým ľuďom v modernej dobe chýba, predovšetkým pri dôležitých skúškach či v čase nočného klúdu. Je však potrebné vopred upozoriť, že zapojenie si musíte vyskúšať, inak sa nedostaví požadovaný efekt.



Obrázok č.1: kremenný kryštál [1].

Zrejme najdôležitejšou časťou našich retro hodín je maličký kremenný kryštál (puzdro $8 \times 3 \times 3\text{mm}$), špeciálne vybrúsený tak, aby jeho frekvencia vlastných kmitov bola 32768Hz ($= 2^{15}\text{Hz}$) *obrázok č.1*.

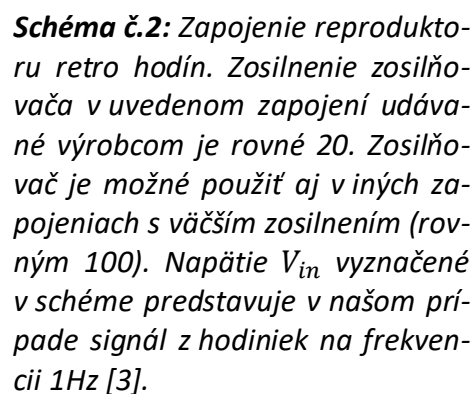
Kremeň patrí do triedy piezoelektrických látok, ktoré vykazujú tzv. priamy aj spätný piezoelektrický jav. Priamym javom je, že stlačením piezokryštálu dochádza k istému usporiadaniu jeho častíc, takému, že medzi kontaktami, v ktorých kryštál stláčame, sa objaví elektrické napätie. Možno si to predstaviť napr. tak, že ak by piezomateriál obsahoval permanentné elektrické dipóly, tieto by sa pod vplyvom mechanického napätia zoradili do jedného preferenčného smeru.

Inverzný piezoelektrický jav je založený na pozorovaní, že vplyvom naloženého napätia sa kryštál bude deformovať. Vyššie uvedený údaj 32768Hz znamená, že kryštál sa zo všetkého najradšej bude deformovať práve s touto frekvenciou, podobne, ako sa napr. húpačka najradšej hojdá na frekvencii rovnej $\omega^2 = g/l$, pri ktorej nastáva najúčinnnejší prenos energie zo zdroja kmitov do sústavy, ktorá sa nútene rozkmitá. Konštantnému naloženému napätiu však zodpovedá konštantná zmena rozmerov kryštálu...

Je preto zaujímavé, že hoci kryštál má generovať periodické pulzy s frekvenciou 1Hz , náramkové hodinky sú napájané zdrojom konštantného napätia, obvyčajnou baterkou, a nie striedavým napätím. Ako je teda možné, že dochádza k periodickým zmenám rozmerov piezokryštálu?

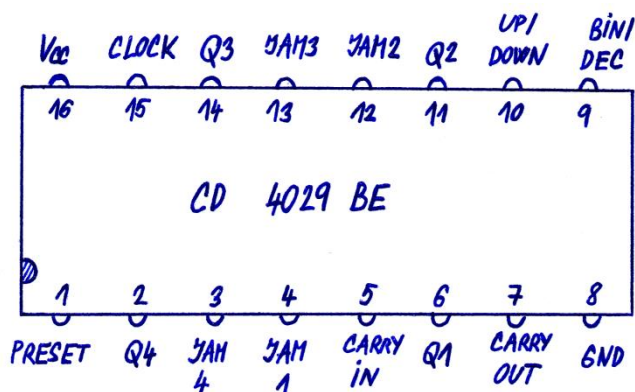
Odpoveď je zhruba taká, že baterka slúži na napájanie zosilňovačov, ktorých úlohou je zosilňovať všetky signály prítomné v obvode, okrem iného aj šumu. Piezokryštál hrá zase úlohu akéhosi filtra, ktorý prednostne vyberá zložky šumu s frekvenciou jemu vlastnou, v našom prípade 32768Hz .

The circuit diagram shows a 2 Hz input signal connected to the Q12 output of a CD4060 (U1). The CD4060 is configured as a 14-bit binary counter with its clock input (Q10) and reset input (Q9) connected to the 3-15 Vdc supply. The output of the CD4060 (Q12) is connected to the clock input (CK) of a CD4027 (U2). The CD4027 is configured as a monostable multivibrator with its clock input (CK) and reset input (Q) connected to the 3-15 Vdc supply. The output of the CD4027 (Q) is connected to the 0.5 Hz output. The circuit also includes a 32.768 kHz crystal (Y1) connected to a 330K resistor (R1) and two 33pF capacitors (C1, C2). The 3-15 Vdc supply is connected to the Vcc of both ICs and the crystal circuit. The ground (Gnd) is connected to the Gnd pins of both ICs and the crystal circuit.



Skutočné hodiny sme nakoniec neskonštruovali, uspokojili sme sa so stopkami do 99 sekúnd. Sčasti kvôli náročnosti tohto problému, sčasti kvôli tomu, že náš spolužiak, nebudeme ho menovať, (Július B.) vykúpil všetkých 5 dekadických čítačov, ktoré momentálne boli na území Slovenskej republiky dostupné.

Pri konštrukcii stopiek do 99 sekúnd, resp. bomby do 99 sekúnd v režime odčítavania, vystačíme s dvoma dekadickými čítačmi zapojenými podľa *návodu č.1*. Ich úlohou je počítat (sekundové) pulzy v obvode nášho kryštálu.



Návod č.1: Návod ako správne zapojiť dekadický čítač do obvodu. Najťažšie je zohnať ho, najmä ak si váš spolužiak Julio zaumienil, že mu stopky do 99 sekúnd naozaj nebudú stačiť [4].

Piny Q_1 až Q_4 predstavujú cifry výsledného súčtu pulzov hodín v dvojkovej sústave. Číže platí:

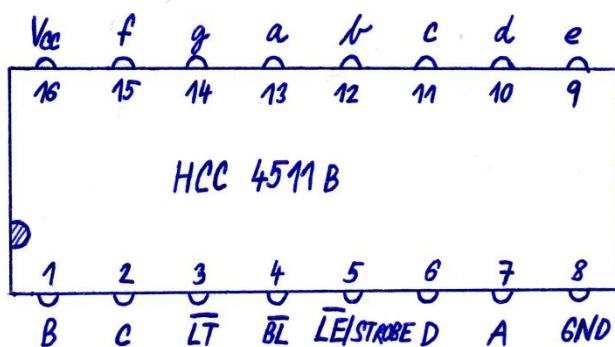
	D	C	B	A
Výsledný súčet pulzov hodín	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Tabuľka č.1: Reprezentácia súčtu pulzov hodín v dvojkovej sústave. Jednotka odpovedá prípadu, kedy na príslušnom pine potenciál voči zemi presiahne 2,4V; pri napätí menšom ako 0,8V dostávame nulu.

Ak chceme stopky do 99 sekúnd (a nie iba do 9 sekúnd) musíme zapojiť dva takéto čítače za sebou, teda na pin č.7 (carry out) toho z nich, ktorý počíta sekundy, musíme pripojiť pin č.5 (carry in) toho, ktorý počíta desiatky sekúnd. Výrobca bol totiž natoľko prezieravý, že na tento problém myslel. Pin č.5 prvého čítača treba pripojiť na zem. Piny Jam1 až Jam4 slúžia na nastavenie počiatkových podmienok, teda odkiaľ má začať čítač pripočítavať, či odpočítavať; opäť ide o cifry tohto čísla v dvojkovej sústave podľa *tabuľky č.1*. Stopky dostaneme v zapojení pinu č.10 (UP/DOWN) na kladné napätie voči zemi (pin č.8), bombu dostávame v zapojení pinu č.10 na zem. Na pin č.15 treba pripojiť signál z piezokryštálu, ktorého pulzy má čítač počítať.

Pri uvádzaní čítača do chodu je potrebné najskôr pripojiť jeho pin č.1 na kladné napätie voči zemi a následne ho pripojiť na zem. Tým si zapamätá stav, ktorý sme dopredu nastavili pripojením pinov Jam1 až Jam4 na vhodné potenciály a začne počítať od nami zvolenej počiatkovej hodnoty.

Na ovládanie dvojciferného displeja sme použili dvojicu prevodníkov na 7 segmentový displej; o tom, ako majú byť správne zapojené do obvodu, hovorí *návod č.2*.



Návod č.2: Návod ako zapojiť ovládač na 7 segmentový displej do obvodu. Tento integrovaný obvod (tzv. BCD prevodník na 7 segmentový displej) ovláda jednu cifru displeja, pozostávajúcu zo siedmych segmentov [5].

Piny Q₁ až Q₄ dekadického čítača treba pripojiť na zdierky A až D prevodníka, o čom chcela predčasne informovať netrpezlivého čitateľa už *tabuľka č.1*. V_{cc} značí v našich schémach napájacie napätie. LT je tzv. lamp test, ktorým sa možno presvedčiť, že sme (ne)kúpili, čo sme mali. Po pripojení zdierky č.3 na zem by sa mali všetky segmenty displeja rozsvietiť. Ak sa tak nestane, jednou z možností je, že ste rovnako ako my, prevodník súci na displej so spoločnou katódou pripojili na displej so spoločnou anódou. Toto zistenie obzvlášť poteší, ak ste z dôvodu núdze zabehli po prevodník na Mierovú 54, alebo nebudaj ešte ďalej (ale to sa asi nedá).

Inou možnosťou môže byť, že ste rovnako ako my, namiesto prevodníka zapojili do obvodu dekadický čítač.

Piny f až e (zdôraznime, že spojka „až“ v tomto prípade nie je tlačová chyba, porovnaj s *návodom č.2*) pripájame na rovnomenné segmenty 7-segmentového displeja, *schéma č.3*.

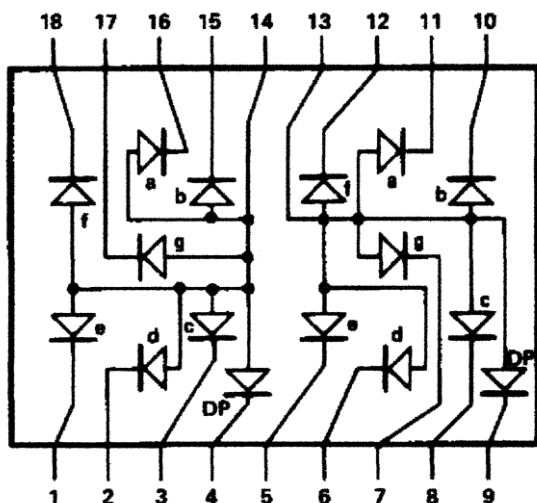
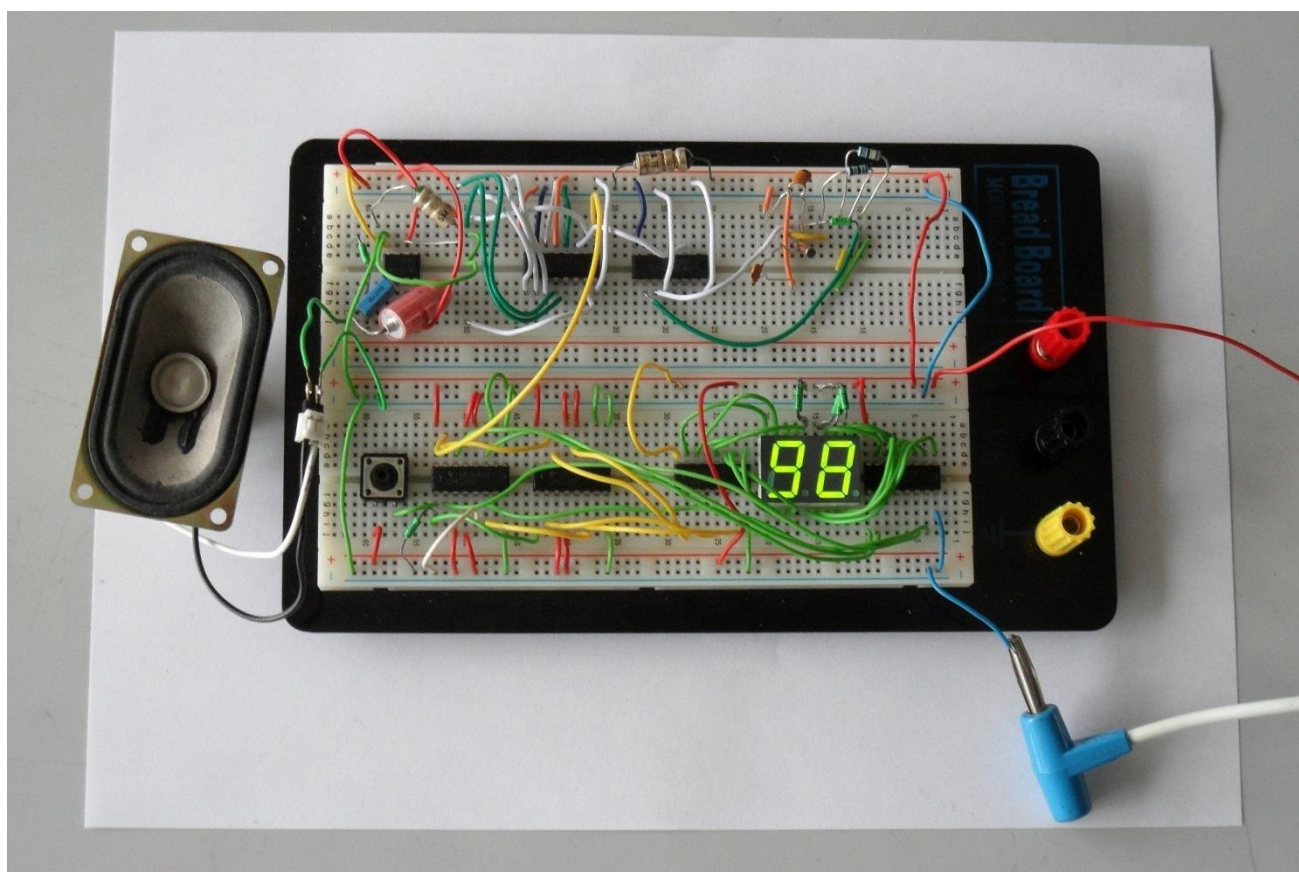
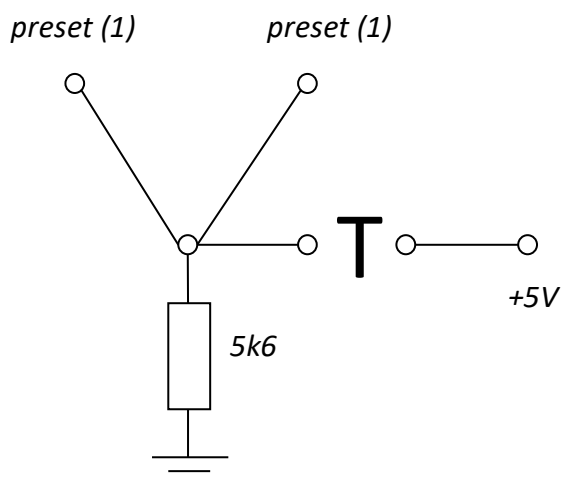


Schéma č.3: Zapojenie segmentov 7-segmentového displeja (so spoločnou anódou) s dvoma ciframi. Piny č.13 a 14 predstavujú spoločnú anódu. Vyrábajú sa aj displeje so spoločnou katódou, ktoré si však vyžadujú iný typ BCD prevodníku než displeje so spoločnou anódou, na čo si špeciálne treba dať pozor [6].

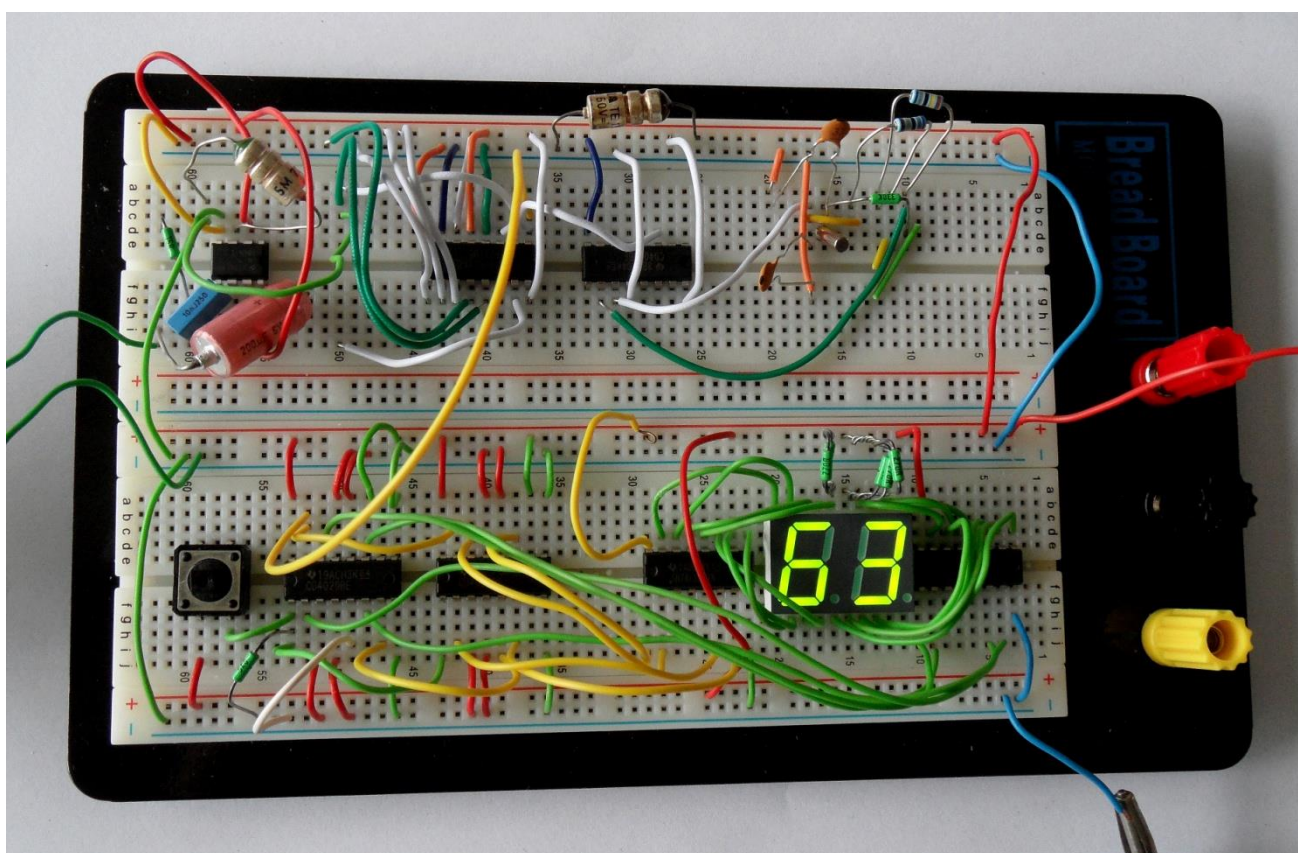
Fotografie zapojenia:



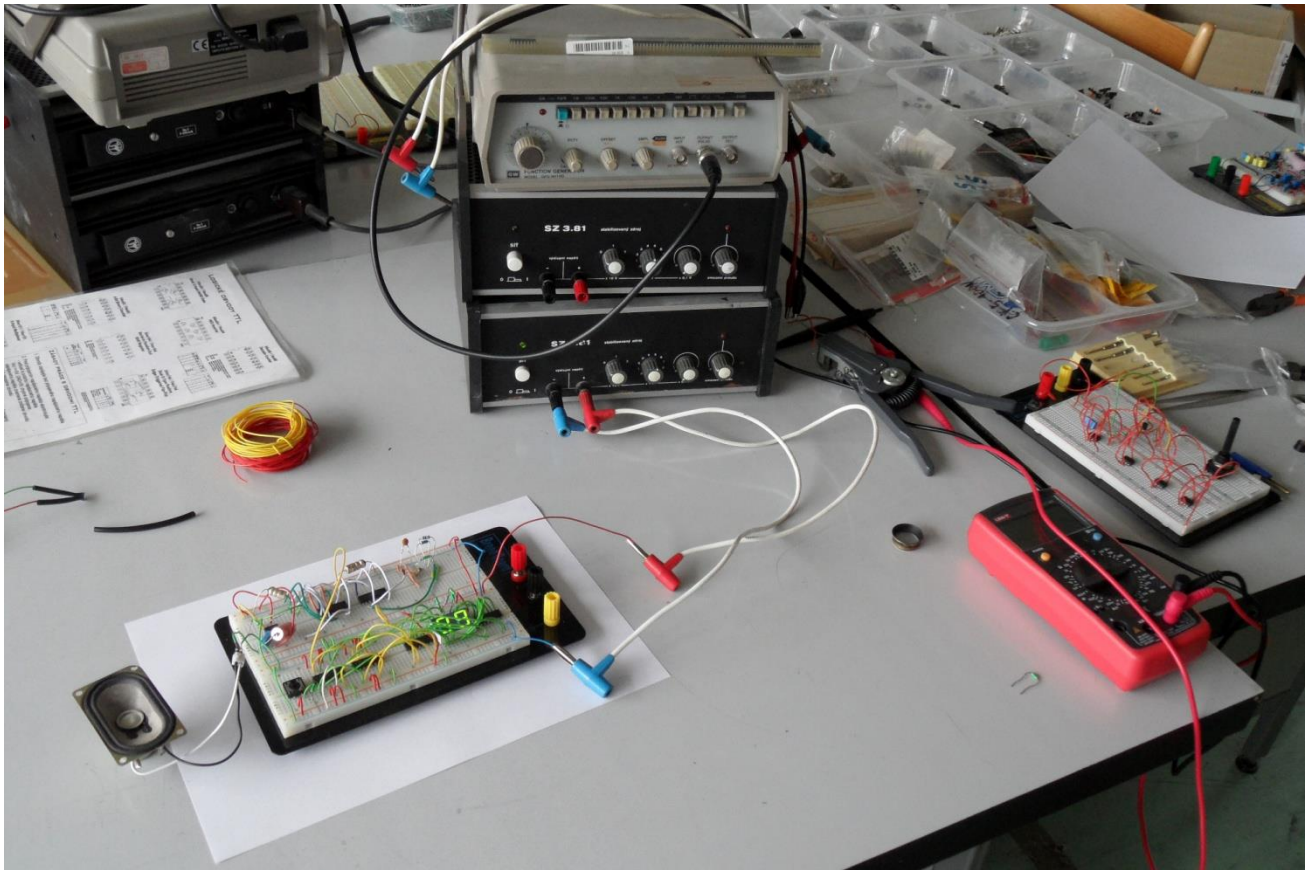
Celé zapojenie v plnej kráse. Tlačidlom možno súčasne vynulovať obe cify displeja. Zapojenie tlačidla sa nachádza na obrázku č.2.



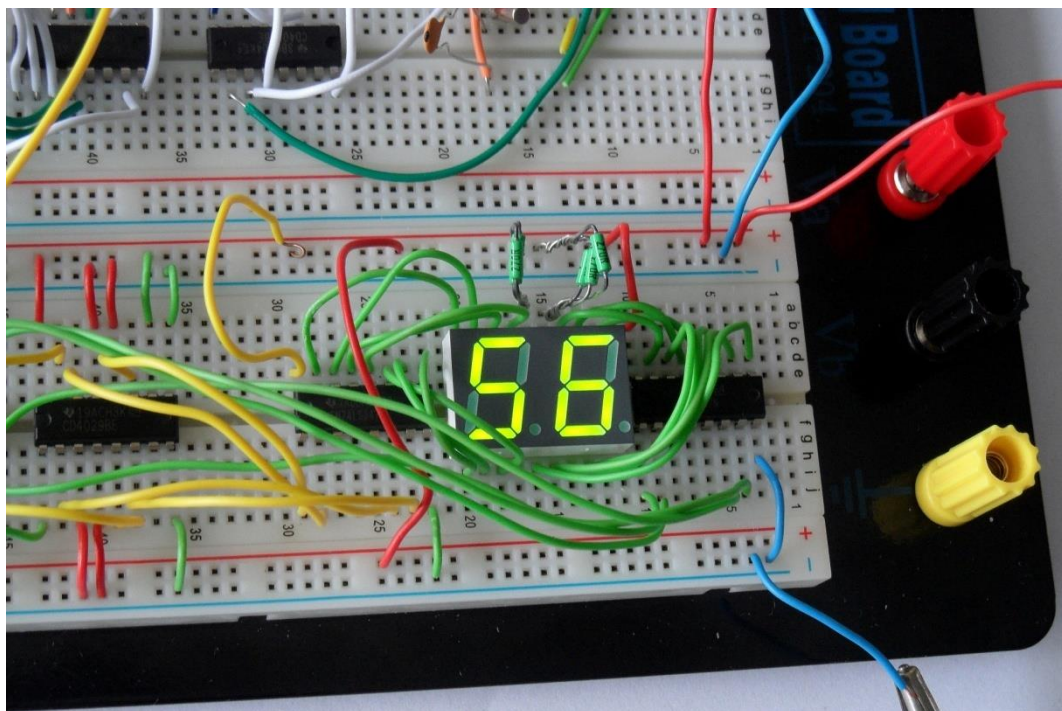
Obrázok č.2: Stlačením tlačidla T sa obe cifry displeja súčasne anulujú, prípadne objavia sa na nich iné predvolené počiatočné podmienky dané napätiami na pinoch označených ako Jam1 až Jam4.



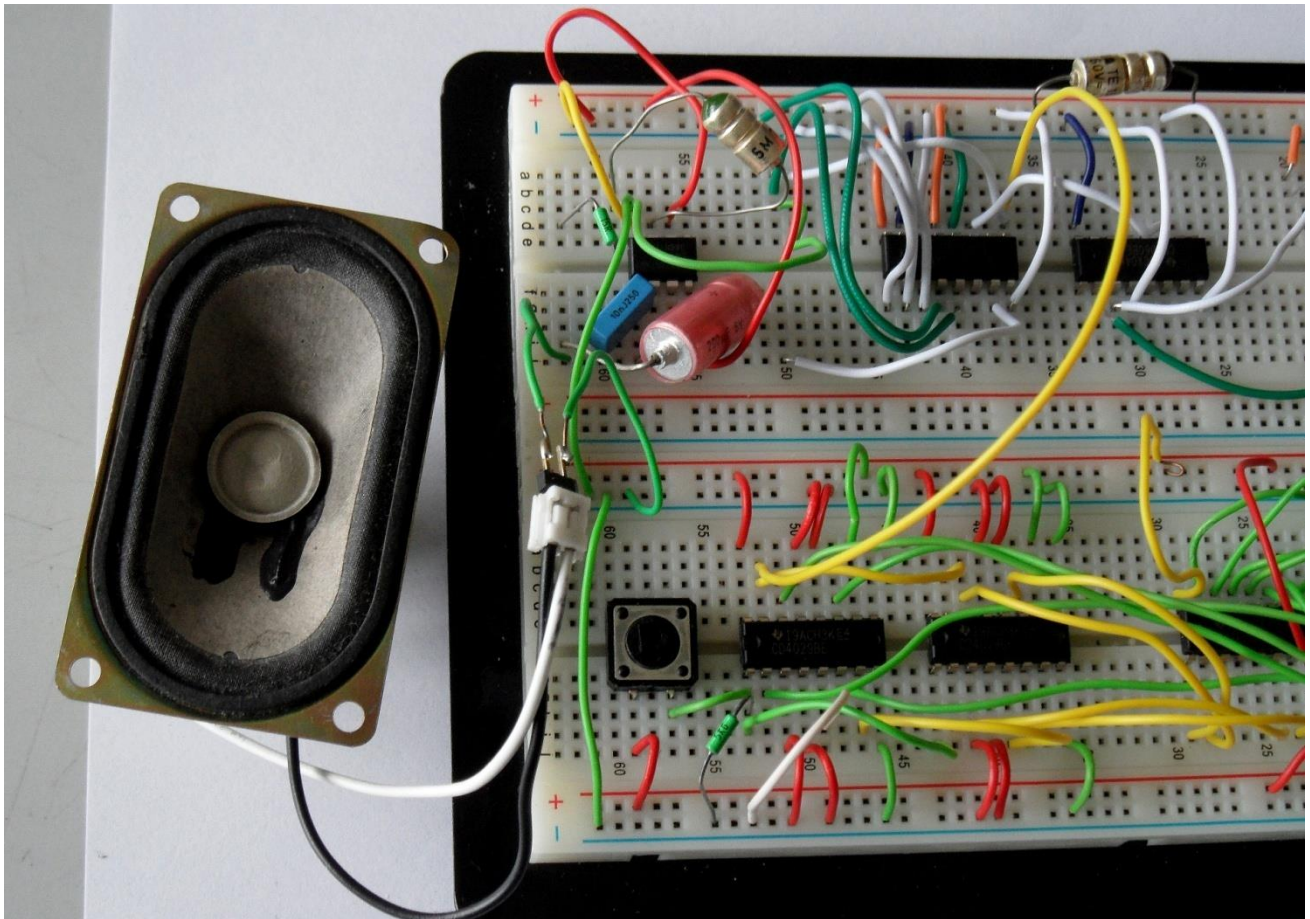
Detail časti obvodu neobsahujúcej reproduktor alebo „obyčajné hodiny“. Okrem iného dôkaz toho, že okrem „98“ sme vedeli zobrazit' ešte aj iné číslo...



Náš obvod má však jednu menšiu chybičku, ktorú by bolo ešte potrebné doladiť. Vyžaduje si napájanie 5V, ktoré bežnými baterkami nie je ľahko dosiahnuteľné, kvôli starším typom BCD prevodníkov.



Detail displeja.



Detail zapojenia reproduktora.

Zoznam použitých súčiastok:

(v zátvorke je uvedený kód gm electronic)

Y1 (131-036): kremenný výbrus s vlastnou frekvenciou 32768Hz ($= 2^{15}\text{Hz}$)

CD4060 (427-064): integrovaný obvod deliaci frekvenciu kmitov kryštálu číslom 2^{14}

CD4027 (427-039): integrovaný obvod deliaci frekvenciu signálu dvomi a štyrmi

HCC4511B (427-094): BCD prevodník na 7-segmentový displej so spoločnou katódou
(my sme nakoniec použili trochu iný typ súči na displej so spoločnou anódou)

HCC4029B (427-041): dekadický čítač

LM386 (313-011): operačný zosilňovač pripojený k reproduktoru

HDSP-5621 (512-014): dvojciferný 7-segmentový displej so spoločnou anódou

33pF, 200μF, 50nF, 5μF: kondenzátory

6,8MΩ; 330kΩ; 15Ω: rezistory

Zdroje:

- [1] <http://www.gme.sk/q-32-768khz-p131-036>
 - [2] <http://www.hackersbench.com/Projects/1Hz/>
 - [3] www.national.com
 - [4] <http://www.gme.sk/4029-dip16-texas-instruments-p427-041>
 - [5] <http://www.gme.sk/4511-dip16-texas-instruments-p427-094>
 - [6] <http://www.gme.sk/hdsp-5621-p512-014>
-