

"Hekovateľné" hodiny s rozšírenou funkcionalitou

Úloha

1. Podľa predloženej schémy zapojenia navrhnete motív plošného spoja.
2. Navrhnutý plošný spoj prekreslite alebo preneste na dosku plošného spoja.
3. Plošný spoj vyleptajte.
4. Osadíte súčiastky.
5. Zariadenie oživíte.

Úvod

Zapojenie predstavuje netradičné digitálne hodiny. Na súťaži budete realizovať kompletne zapojenie riadiacej elektroniky hodín (ďalej len skrátene „hodiny“). Neosadenú dosku plošného spoja displeja dostanete už hotovú. V prípade, že Vám po odovzdaní riadiacej časti ostane čas, môžete dosku displeja osadiť a získať bonusové body.

Organizátori pripravili zapojenie elektroniky a základnú verziu ovládacieho programu hodín (firmware) tak aby bolo možné hodiny ľahko rozšíriť o nové funkcie a celý prístroj „hacknúť“.

Na USB kľúči máte pripravené súbory so schémou pre návrhový systém Eagle, dokumentáciu ku použitým súčiastkam a kompletný firmware.

Organizátori zabezpečili jednostranné dosky plošných spojov potiahnuté fotocitlivou vrstvou o veľkosti 150x200 mm. Presná veľkosť Vášho návrhu plošného spoja nie je daná, z materiálu použijete toľko, koľko potrebujete. Ak ste si priniesli vlastný materiál, môžete ho použiť.

Hodnotenie

Hodnotenie praktickej časti je nasledovné:

- Návrh plošného spoja maximálne 20 bodov
- Kvalita spájkovania maximálne 15 bodov
- Čistota vyhotovenia maximálne 5 bodov
- Funkcia zhotoveného zapojenia maximálne 40 bodov
 - Penále za nedokončenú časovú základňu 10 bodov
- Bonus za osadenie a kompletne oživenie modulu displeja 10 bodov.

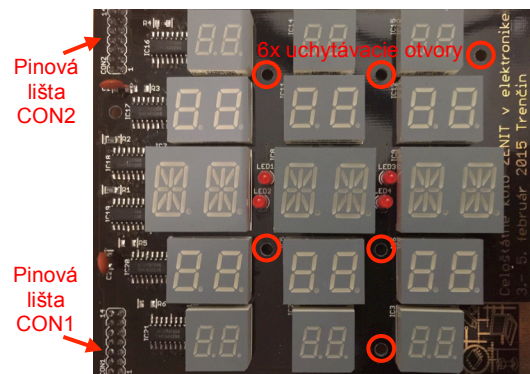
Za praktickú časť možno získať maximálne 80 bodov. Bonusové body sa podľa pravidiel súťaže do hodnotenia priamo nezapočítavajú a zohľadnia sa v prípade ak viacerí súťažiaci získajú zhodný počet bodov.

Popis zapojenia riadiacej časti hodín

Kompletná schéma zapojenia riadiacej časti hodín je priložená na konci dokumentu. Hodiny obsahujú riadiaci mikrokontrolér Atmel Atmega328P vo forme zásuvného modulu ITeaduino Nano¹ (klon inšpirovaný Arduino NANO). Zásuvný modul je vybavený Micro USB portom pre komunikáciu s PC a mikrokontrolér má nahratý bootloader. Zásuvný modul s mikrokontrolérom sa spája na dosku plošných spojov ako štandardný integrovaný obvod bez päťice. **Modul mikrokontroléra doporučujeme osadiť ako úplne posledný a pred zaspájkovaním doporučujeme do procesora nahrať program** (z vlastného laptopu, alebo na oživovacom pracovisku).

Čas (a iné informácie) sa zobrazujú na 5-riadkovom červenom LED displeji. Každý riadok má 6 stĺpcov. Neosadenú dosku displeja dostanete už hotovú a považujte ju za súčiastku, podobne ako zásuvný modul s mikrokontrolérom. Obidve „súčiastky“ sú k dispozícii v Eagle knižnici Zenit31.lbr, ktorú nájdete na Vašich USB kľúčoch. Uchytávaci bod displeja je vľavo dole.

Displej má rozmery 116 mm x 99 mm. Ku hlavnej doske hodín sa pripája pomocou dvoch 14-pinových konektorov (pinových lišt) na ľavej strane dosky (CON1, CON2). Obidve pinové lišty obsahujú rovnaké signály. Konektor je zdvojený, aby sme Vám uľahčili návrh plošného spoja. **Pre správnu funkciu displeja stačí zapojiť len jednu z nich, alebo pripojiť časť signálov na jednej lište a zvyšné na druhej lište.** Použite ich podľa potreby. Vzhľadom na to, že displej je pomerne veľký a ťažký je na doske pripravených 6 uchytávacích otvorov pre skrutky M3. Využite ich podľa potreby.



Obrázok 1: Osadený modul displeja

Displej beží v multiplexe. Mikrokontrolér cez piny SDI a CLK a /LA sériovo naprogramuje dáta do radičov umiestnených na doske displeja. Mikrokontrolér generuje na pinoch A3-A4-A5 binárny kód, ktorý sa pomocou IC5 dekóduje do formy 1 z 10. Výstupy O0 až O5 ovládajú spínacie tranzistory T3 až T8, ktoré zapínajú jednotlivé stĺpce multiplexovaného displeja. Spoločné anódy všetkých piatich segmentoviek v stĺpci sú na doske displeja spojené.

V konštrukcii hodín je jas jednotlivých riadkov displeja nastavený tak, aby vytváral dojem perspektívy točiacich sa valcov s číslicami. Typický prúd kompletne rozsvieteného stĺpca v tejto konfigurácii je zhruba 600 mA, čo je hodnota kompatibilná s použitými tranzistormi BC328-25. **Vysoký pracovný prúd stĺpcov treba patrične zohľadniť pri návrhu plošného spoja.**

Hodiny sa ovládajú pomocou šiestich tlačidiel a ich funkcia je plne programovateľná. V aktuálnej verzii firmware je funkcia ovládacích prvkov nasledovná:

- | | |
|-------------------------|---|
| TL1 - Nastavenie hodín | TL4 - Prepnutie do režimu "hodiny" |
| TL2 - Nastavenie minút | TL5 - Prepnutie do režimu "budík" |
| TL3 - Nastavenie sekúnd | TL6 - Prepnutie do režimu "hrací automat" |

Pokúste sa predstaviť si funkciu celého zariadenia a **pri návrhu plošného spoja zohľadnite konkrétne funkcie jednotlivých ovládacích prvkov.**

V zapojení je implementovaná nezávislá časová základňa, ktorá generuje obdĺžnikový signál s frekvenciou 1 Hz (t.j. 1 pulz za sekundu, 1PPS). Tvoriť ju analógový kryštálový oscilátor 32 768 Hz (T1, Q1), nasledovaný binárnymi deličkami IC1, IC2. Signál 1PPS je pripojený k mikrokontroléru cez prepojkú R8. Kryštál Q1, ktorý ste v sade súčiastok dostali má deklarovanú presnosť 10 ppm a jeho presnú frekvenciu je možné doladiť zmenou kapacity kondenzátora C9 (rozsah ladenia cca. 1 Hz). V prípade, že máte v domácom laboratóriu k dispozícii presnejší zdroj hodinových impulzov (napríklad GPS prijímač), môžete ho k hodinám pripojiť cez vstup „1PPS“.

¹ Katalógový list ITeaduino Nano <http://imall.iteadstudio.com/im130615004.html>

Upozornenie: kryštálový oscilátor je veľmi citlivý obvod. Samotný kryštál má pomerne vysoký činiteľ kvality a v obvode je len veľmi voľne naviazaný. Oscilátor preto po zapnutí nabieha aj niekoľko sekúnd. V prípade, že z dôvodu tolerancií použitých súčiastok oscilátor nenabehne, je možné úpravou hodnoty rezistora R2 oscilátor rozbehnúť.

V prípade časovej tiesne nemusíte navrhovať alebo osadzovať plošný spoj pre časovú základňu (celý obvod v schéme ohraňovaný prerušovanou čiarou). Výrobok bude možné oživiť aj bez týchto súčiastok. Súťažiacemu sa ale ako kompenzácia strhne 10 bodov v kategórii funkčnosť.

Zoznam súčiastok - hodiny

Súčiastka	Hodnota	Poznámka
C1	100n	
C2	18p	
C3	18p	
C4	1000u/10V	
C5 - C8	100n	
C9	2.7 - 10 pF	Kapacitný trimer
CON1	PC-GK2.1	Zásuvka napájacia, 5.5mm/2.1mm
D1 - D6	1N4148	Dióda malosignálová
D7	1N4004	Dióda usmerňovacia
IC1	74HC4024D (SOIC)	Binárny čítač 7 bitov
IC2	74HCT4060M (SOIC)	Binárny čítač 14 bitov
IC3	Arduino NANO	
IC4	Modul displeja	Na Vašu dosku osadiť samicu pinovej lišty
IC5	74HCT42E (DIP16)	Dekóder bin. na 1 z 10
Q1	ABS25-32.768KHZ-1-T	Kryštál 32 768 Hz, 12.5 pF, 10 ppm
R1	3M3	
R2	390k	
R3 - R5	4.7k	
R6	12k	
R7	0R	
R8	0R	
R9	4.7k	
R10 - R15	470R	
SP1	LD-BZEN-1205	Akustický menič elektromagnetický
T1, T2	2N3904	NPN Transistor
T3 - T8	BC328-25	PNP Tranzistor, I _c >800 mA, h _{fe} >100
TL1 - TL6	B3F-4055	Tlačítko Omron 12x12mm

Upozornenie: Integrované obvody, ako aj modul Arduino sú v prevedení CMOS, preto pri manipulácii dodržiavajte pravidlá ochrany pred elektrostatickým výbojom! Zničené obvody znamenajú stratu bodov v kategórii "funkcia zhotoveného zapojenia".

Oživenie a odovzdanie konštrukcie

Pred oživením hodín je potrebné z vlastného počítača, alebo na oživovacom pracovisku nahráť program do mikrokontroléra.

Súťažiaci majú k dispozícii oživovacie pracovisko, kde môžu svoj výrobok pred odovzdaním otestovať. Problémy, ktoré súťažiaci zistia a opravujú pred oficiálnym odovzdaním výrobku sa do hodnotenia nezapočítavajú. Problémy, ktoré sa zistia pri oficiálnom odovzdaní hodnotiacej komisii sa do finálneho hodnotenia započítavajú.

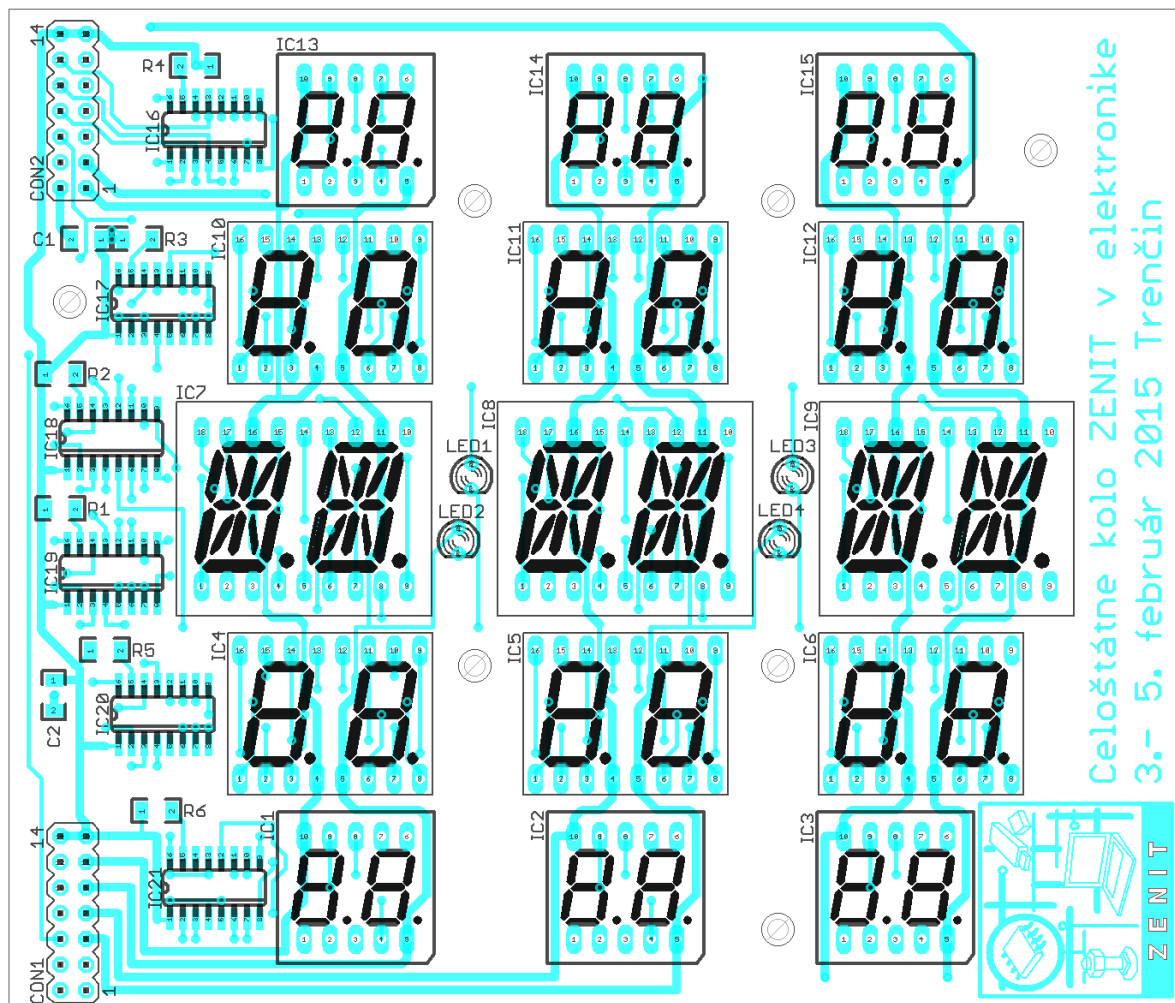
Modul displeja

Čas (a iné informácie) sa zobrazujú na 5-riadkovom LED displeji, každý riadok má 6 stĺpcov. Dva vonkajšie riadky sú osadené štandardnými 7-segmenovými displejmi pre zobrazovanie čísiel, stredný riadok je osadený 14-segmenovým alfanumerickým displejom.

Displej funguje v stĺpcovom multiplexe, t.j. mikrokontrolér každých 10 ms sériovo naprogramuje dáta pre všetky segmenty v rámci jedného stĺpca do radičov displeja IC16 - IC21 umiestnených na doske displeja. Dáta sa prekopírujú do výstupného registra zostupnou hranou signálu /LA. Použitý radič displeja, integrovaný obvod SCT2110² je tzv. constant current driver, takže prúd každého segmentu sa ovláda len jedným spoločným rezistorom pre celý riadok (R1 - R6). V konštrukcii hodín je jas displeja odstupňovaný tak, aby vytváral dojem perspektívy točiacich sa valcov s číslicami. Stredný riadok svieti plným jasom, susedné riadky majú nižší jas a úplne krajné riadky najnižší jas.

Typický prúd kompletne rozsvieteného stĺpca je zhruba 600 mA. V prípade, že budete konštrukciu neskôr upravovať a zvyšovať jas ostatných riadkov displeja, môže prúd stĺpca a teda aj tranzistorami T3 až T8 dosiahnuť viac ako 1.5 A. Táto hodnota už prekračuje spínacie schopnosti použitých tranzistorov a musia sa nahradiť výkonnejším modelom.

Podrobná schéma zapojenia modulu displeja je priložená na konci dokumentu.



Obrázok 2: Osadzovací plán modulu displeja

Zoznam súčiastok - modul displeja

Súčiastka	Hodnota	Poznámka
C1, C2	100n (SMD 1206)	
CON1, CON2	Pinová lišta 2x7 pinov	Osadzuje sa na spodnú stranu!
IC1 - IC3	DA03-11EWA	Displej 7-segmentov, 7.62 mm, Kingbright
IC4 - IC6	DA04-11EWA	Displej 7-segmentov, 10 mm, Kingbright

² http://www.starchips.com.tw/pdf/datasheet/SCT2110V03_01.pdf

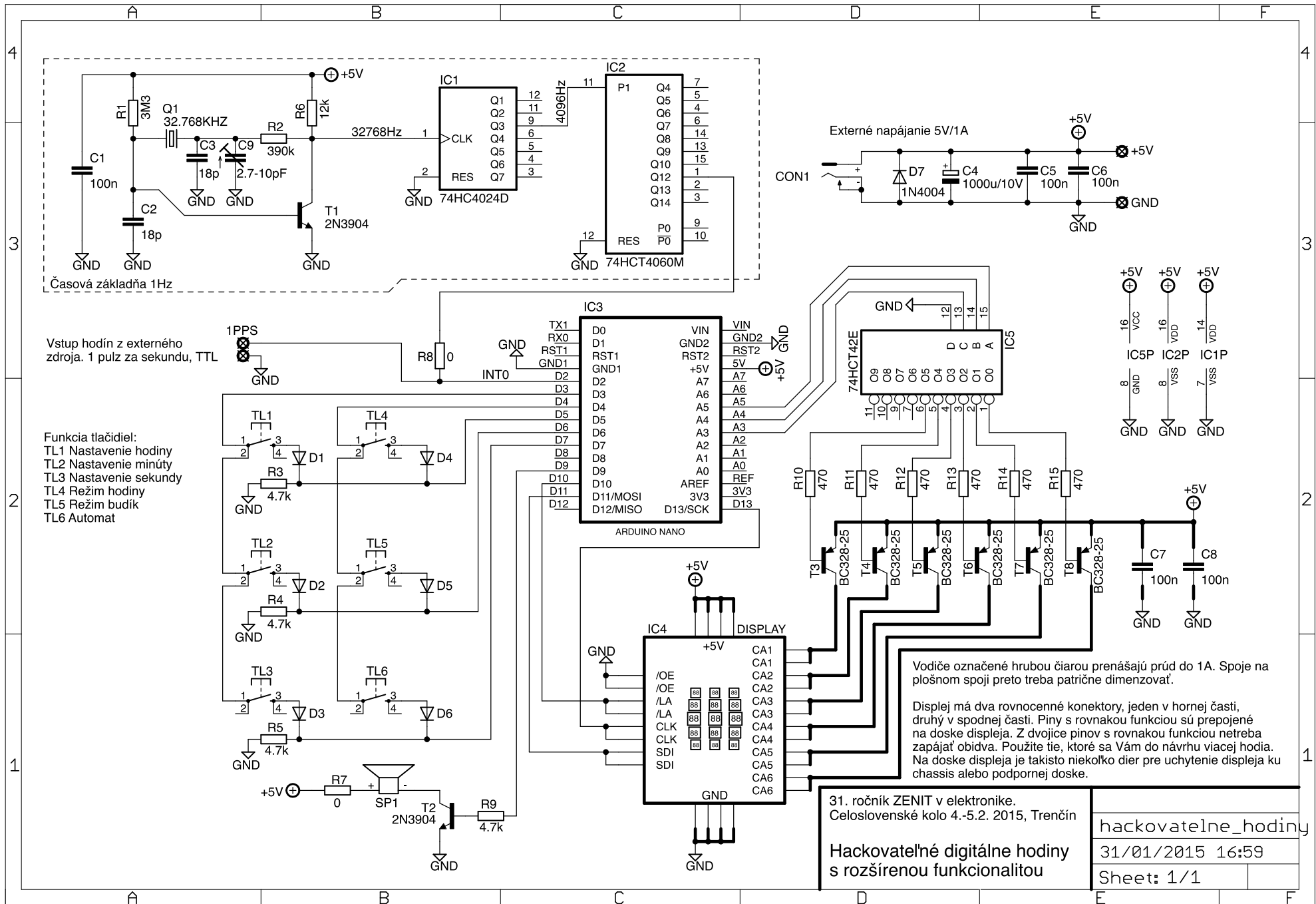
* XXXI. ROČNÍK SÚŤAŽE ZENIT V ELEKTRONIKE *
CELOSLOVENSKÉ KOLO, 4. – 5. 2. 2015. KATEGÓRIA "A+B"

IC7 - IC9	PDA54-11EWA	Displej 14-segmentov, 13.8 mm, Kingbright
IC10 - IC12	DA04-11EWA	Displej 7-segmentov, 10 mm, Kingbright
IC13 - IC15	DA03-11EWA	Displej 7-segmentov, 7.62 mm, Kingbright
IC16 - IC21	SCT2110CSOG (SOIC)	Budič displeja s konštantným prúdom
LED1 - LED4	LED 3mm, červená	
R1	910 (SMD 1206)	
R2	910 (SMD 1206)	
R3	4.7k (SMD 1206)	
R4	7.5k (SMD 1206)	
R5	4.7k (SMD 1206)	
R6	7.5k (SMD 1206)	

Autori:

hardware Ing. Daniel Valúch, PhD., daniel.valuch@cern.ch

firmware Ing. Tomáš Pavlíček, xpavlicek@gmail.com



Časová základňa 1Hz

Vstup hodín z externého zdroja. 1 pulz za sekundu, TTL

Funkcia tlačidiel:
 TL1 Nastavenie hodiny
 TL2 Nastavenie minúty
 TL3 Nastavenie sekundy
 TL4 Režim hodiny
 TL5 Režim budík
 TL6 Automat

Vodiče označené hrubou čiarou prenášajú prúd do 1A. Spoje na plošnom spoji preto treba patrične dimenzovať.

Displej má dva rovnocenné konektory, jeden v hornej časti, druhý v spodnej časti. Piny s rovnakou funkciou sú prepojené na doske displeja. Z dvojice pinov s rovnakou funkciou netreba zapájať obidva. Použite tie, ktoré sa Vám do návrhu viac hodia. Na doske displeja je takisto niekoľko dier pre uchytienie displeja ku chassis alebo podpornej doske.

31. ročník ZENIT v elektronike.
 Celoslovenské kolo 4.-5.2. 2015, Trenčín

Hackovateľné digitálne hodiny s rozšírenou funkcionalitou

hackovatelne_hodiny
 31/01/2015 16:59
 Sheet: 1/1

