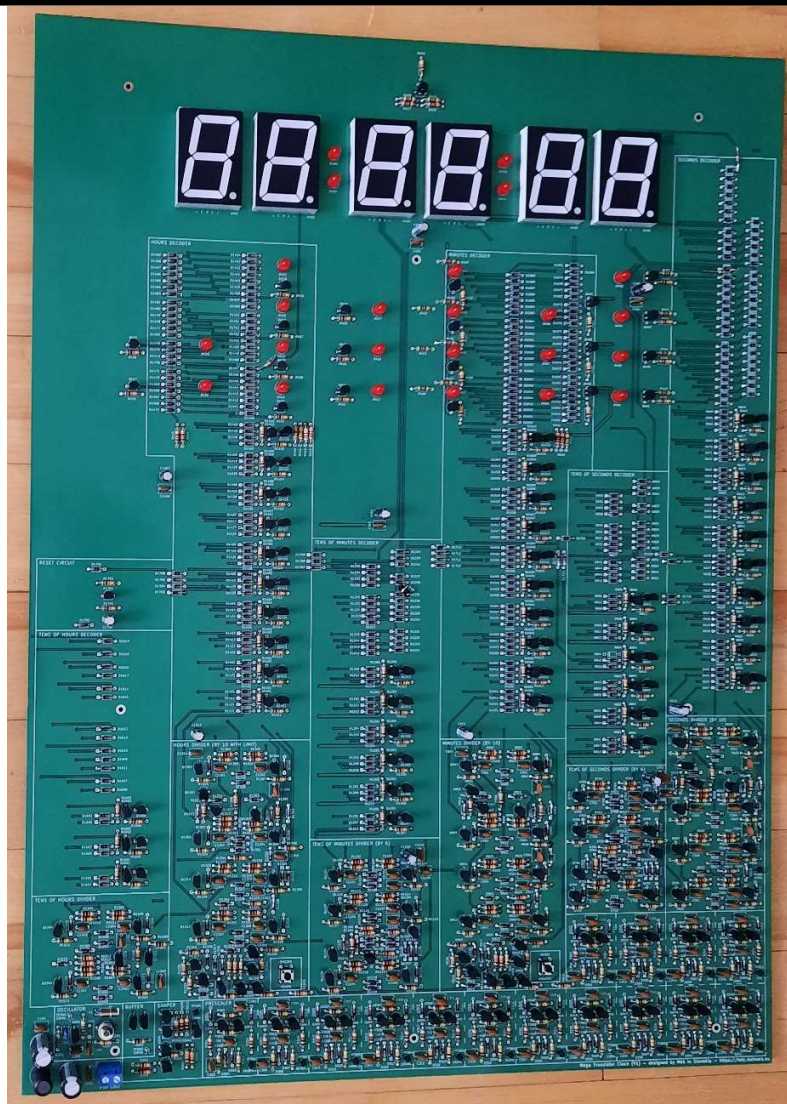


Mega Transistor Clock

Velké tranzistorové hodiny, V4



Designed by Mek in Slovakia

© 2025 <https://mtc.mekweb.eu>

Obsah

1. Úvod	2
2. Parametre	2
3. Zoznam súčiastok (BOM)	2
4. Poznámky k súčiastkam	6
4.1 Tlmivka L101	6
4.2 Kondenzátory C202, C203, a dolad'ovací kondenzátor C204	6
4.3 Rezonátor Y1	6
4.4 Tranzistory	6
4.5 Displeje.....	6
5. Postup stavby a potrebné vybavenie	7
6. Popis zapojenia	10
6.1 Konvencie návrhu	10
6.2 Popis zapojenia	10
6.3 Klopny' obvod	12
6.4 Logický člen AND.....	13
6.5 Logický člen OR	14
6.6 Deličky	15
7. Možné problémy a rady pri oživovaní (troubleshooting)	16
7.1 Po pripojení napätia sa nič nedeje	16
7.2 Hodiny ukazujú stále 00:00:00	16
7.3 Niektoré číslice nesvietia, ale inak hodiny počítajú dobre.....	17
7.4 Niektoré číslice majú chýbajúce segmenty, alebo svieti viac segmentov v číslici	17
7.5 Hodiny nepočítajú správne	17
7.6 Po zapojení napájania hodiny nezačínajú na 00:00:00	17
7.7 LED diódy na binárne zobrazovanie času nesvietia, alebo ukazujú nesprávne hodnoty.....	17
7.8 LED diódy – dvojbodky medzi displejmi – nefungujú správne.....	17
7.9 Hodiny idú príliš pomaly	17
7.10 Niektorý z klopných obvodov sa nechce preklopiť	17

1. Úvod

Ďakujem za zakúpenie materiálu na stavbu veľkých tranzistorových hodín.

Rovnako ako si ľudia kupujú niekoľkotisícove puzzle a baví ich ho skladať, určite bude baviť skladať tieto hodiny amatérskych elektrotechnikov. Všetky použité súčiastky sú bežné a ľahko zohnateľné. Môžu tu nájsť uplatnenie aj staré súčiastky získané rozoberaním starej elektroniky, ktoré už dnes nie sú dobré na nič iné, iba na spínacie účely, a taktiež súčiastky bez označenia, ktorých parametrami si nie sme istí, ale sme si istí, že je to nejaká dióda alebo tranzistor a pri meraní táto súčiastka bola v poriadku. Samozrejme, ak ste si objednali s plošným spojom aj sadu súčiastok, dostali ste nové súčiastky.

Táto konštrukcia je určená stredne pokročilým elektrotechnikom, ktorí už vedia ako spájkovať, a vyznajú sa v elektronických súčiastkach, ich parametroch a polarite.

V zapojení sa nenachádzajú žiadne integrované obvody. Všetky potrebné funkcie sú implementované iba pomocou tranzistorov a diód – klopné obvody a logické členy, hradlá, z ktorých sú postavené deličky (čítače) a dekodéry. Počet súčiastok na osadenie je preto veľmi vysoký a rozmery plošného spoja sú tiež veľké. Plošný spoj obsahuje aj niekoľko montážnych dier, pomocou ktorých sa dá primontovať na podložku a napríklad niekam zavesiť.

Verím, že stavba týchto hodín Vám prinesie radosť a keď budú hotové, zaujmú nejednu návštevu. Veľa úspechov pri stavbe želá

Ing. Matej Kurpel (a.k.a. Mek)

2. Parametre

- Digitálne aj binárne zobrazenie času
- 24-hodinový formát času, blikajúce dvojbodky
- 2 tlačidlá na nastavenie času (hodiny a minúty zvlášť)
- Zdrojom hodinovej frekvencie je hodinový kryštál
- Napájacie napätie 5 V / 500 mA max.
- 596 diód a 221 tranzistorov
- Rozmery plošného spoja: 48,5 x 37 cm (výška x šírka)

3. Zoznam súčiastok (BOM)

Interaktívny osadzovací plán a zoznam súčiastok je k dispozícii v súbore *BOM.html* a ako obrázok v súbore *Top.png*

Kondenzátory

C301, C302, C303, C304, C305, C306, C307, C308, C309, C310, C311, C312, C313, C314, C315, C316, C317, C318, C319, C320, C321, C322, C323, C324, C325, C326, C327, C328, C329, C330, C331, C332, C333, C334, C335, C336, C337, C338, C339, C340, C341, C342, C343, C344, C345, C501, C502, C503, C504, C505, C506, C507, C508, C509, C510, C511, C512, C701, C702, C703, C704, C705, C706, C707, C708, C709, C901, C902, C903, C904, C905, C906, C907, C908, C909, C910, C911, C912, C1101, C1102,

C1103, C1104, C1105, C1106, C1107, C1108, C1109, C1301, C1302, C1303, C1304, C1305, C1306, C1307, C1308, C1309, C1310, C1311, C1312, C1501, C1502, C1503, C1504, C1505, C1506 – 100p (105 ks)

C102, C104, C201, C402, C404, C406, C514, C711, C914, C1111, C1314, C1508 – 100n (12 ks)

C202, C203 – 22p

C204 – dolad'ovací cca 10p

C205 – 1n

C915, C1315 – 22n (2 ks)

C401, C403, C405, C513, C710, C913, C1110, C1313, C1507, C1701 – 10M/16V (10 ks)

C101, C103 – 1000M/16V

Rezistory

R202, R203, R206, R210, R211, R401, R402, R403, R404, R405, R406, R407, R408, R420, R421, R422, R423, R424, R425, R426, R434, R435, R436, R437, R438, R439, R513, R514, R515, R519, R521, R601, R602, R603, R604, R605, R606, R607, R608, R609, R610, R611, R612, R613, R614, R615, R616, R617, R618, R619, R620, R701, R704, R708, R709, R716, R801, R802, R803, R804, R805, R806, R807, R808, R809, R810, R811, R812, R901, R906, R913, R914, R915, R917, R918, R922, R927, R929, R935, R936, R937, R940, R1001, R1002, R1003, R1004, R1005, R1006, R1007, R1008, R1009, R1010, R1011, R1012, R1013, R1014, R1015, R1016, R1017, R1018, R1019, R1020, R1101, R1104, R1108, R1109, R1116, R1201, R1202, R1203, R1204, R1205, R1206, R1207, R1208, R1209, R1210, R1211, R1212, R1301, R1306, R1313, R1314, R1315, R1317, R1318, R1322, R1327, R1329, R1335, R1336, R1337, R1340, R1341, R1401, R1402, R1403, R1404, R1405, R1406, R1407, R1408, R1409, R1410, R1411, R1412, R1413, R1414, R1415, R1416, R1417, R1418, R1419, R1420, R1508, R1512, R1514, R1601, R1602, R1603, R1604, R1605, R1606, R1701, R1702 – 10k (165 ks)

R303, R304, R305, R306, R309, R310, R311, R312, R319, R320, R321, R322, R323, R324, R325, R326, R327, R328, R329, R330, R341, R342, R343, R344, R345, R346, R347, R348, R349, R350, R351, R352, R353, R354, R355, R356, R357, R358, R359, R360, R371, R372, R373, R374, R375, R376, R377, R378, R379, R380, R381, R382, R383, R384, R385, R386, R387, R388, R389, R390, R501, R502, R504, R505, R507, R508, R510, R511, R516, R517, R520, R522, R523, R525, R526, R528, R705, R706, R707, R710, R715, R717, R718, R719, R720, R721, R722, R723, R907, R908, R909, R910, R911, R912, R916, R919, R920, R921, R928, R930, R931, R932, R933, R934, R938, R939, R1105, R1106, R1107, R1110, R1115, R1117, R1118, R1119, R1120, R1121, R1122, R1123, R1307, R1308, R1309, R1310, R1311, R1312, R1316, R1319, R1320, R1321, R1328, R1330, R1331, R1332, R1333, R1334, R1338, R1339, R1503, R1506, R1507, R1509, R1510, R1511, R1513, R1516 – 100k (144 ks)

R205, R209, R212, R301, R302, R307, R308, R313, R314, R315, R316, R317, R318, R331, R332, R333, R334, R335, R336, R337, R338, R339, R340, R361, R362, R363, R364, R365, R366, R367, R368, R369, R370, R503, R506, R509, R512, R518, R524, R527, R529, R702, R703, R711, R712, R713, R714, R902, R903, R904, R905, R923, R924, R925, R926, R1102, R1103, R1111, R1112, R1113, R1114, R1302, R1303, R1304, R1305, R1323, R1324, R1325, R1326, R1501, R1502, R1504, R1505, R1515 – 1k (74 ks)

R409, R410, R411, R412, R413, R414, R415, R416, R417, R418, R419, R427, R428, R429, R430, R431, R432, R433, R440, R441, R442, R443, R444, R445, R446, R447, R448, R449, R450, R451, R452, R453, R454, R455, R456, R457, R458, R459, R460, R461, R462, R463, R464, R465, R466, R467, R468, R469, R470, R471, R472, R473, R474, R475, R476, R477, R478, R479, R480, R481, R482, R483, R484, R485, R486, R487 – 150 R (66 ks)

R201, R208 – 1M

R204 – 10M

R207 – 470k

Diódy

D301, D302, D303, D304, D305, D306, D307, D308, D309, D310, D311, D312, D313, D314, D315, D316, D317, D318, D319, D320, D321, D322, D323, D324, D325, D326, D327, D328, D329, D330, D331, D332, D333, D334, D335, D336, D337, D338, D339, D340, D341, D342, D343, D344, D345, D346, D347, D348, D349, D350, D351, D352, D353, D354, D355, D356, D357, D358, D359, D360, D501, D502, D503, D504, D505, D506, D507, D508, D509, D510, D511, D512, D513, D514, D515, D516, D517, D518, D519, D520, D521, D522, D523, D524, D601, D602, D603, D604, D605, D606, D607, D608, D609, D610, D611, D612, D613, D614, D615, D616, D617, D618, D619, D620, D621, D622, D623, D624, D625, D626, D627, D628, D629, D630, D631, D632, D633, D634, D635, D636, D637, D638, D639, D640, D641, D642, D643, D644, D645, D646, D647, D648, D649, D650, D651, D652, D653, D654, D655, D656, D657, D658, D659, D660, D661, D662, D663, D664, D665, D666, D667, D668, D669, D670, D671, D672, D673, D674, D675, D676, D677, D678, D679, D680, D681, D682, D683, D684, D685, D686, D687, D688, D689, D701, D702, D703, D704, D705, D706, D707, D708, D709, D710, D711, D712, D713, D714, D715, D716, D717, D718, D719, D720, D721, D722, D801, D802, D803, D804, D805, D806, D807, D808, D809, D810, D811, D812, D813, D814, D815, D816, D817, D818, D819, D820, D821, D822, D823, D824, D825, D826, D827, D828, D829, D830, D831, D832, D833, D834, D835, D836, D837, D838, D839, D840, D841, D842, D843, D844, D845, D901, D902, D903, D904, D905, D906, D907, D908, D909, D910, D911, D912, D913, D914, D915, D916, D917, D918, D919, D920, D921, D922, D923, D924, D925, D926, D927, D928, D929, D930, D1001, D1002, D1003, D1004, D1005, D1006, D1007, D1008, D1009, D1010, D1011, D1012, D1013, D1014, D1015, D1016, D1017, D1018, D1019, D1020, D1021, D1022, D1023, D1024, D1025, D1026, D1027, D1028, D1029, D1030, D1031, D1032, D1033, D1034, D1035, D1036, D1037, D1038, D1039, D1040, D1041, D1042, D1043, D1044, D1045, D1046, D1047, D1048, D1049, D1050, D1051, D1052, D1053, D1054, D1055, D1056, D1057, D1058, D1059, D1060, D1061, D1062, D1063, D1064, D1065, D1066, D1067, D1068, D1069, D1070, D1071, D1072, D1073, D1074, D1075, D1076, D1077, D1078, D1079, D1080, D1081, D1082, D1083, D1084, D1085, D1086, D1087, D1088, D1089, D1101, D1102, D1103, D1104, D1105, D1106, D1107, D1108, D1109, D1110, D1111, D1112, D1113, D1114, D1115, D1116, D1117, D1118, D1119, D1120, D1121, D1122, D1201, D1202, D1203, D1204, D1205, D1206, D1207, D1208, D1209, D1210, D1211, D1212, D1213, D1214, D1215, D1216, D1217, D1218, D1219, D1220, D1221, D1222, D1223, D1224, D1225, D1226, D1227, D1228, D1229, D1230, D1231, D1232, D1233, D1234, D1235, D1236, D1237, D1238, D1239, D1240, D1241, D1242, D1243, D1244, D1245, D1301, D1302, D1303, D1304, D1305, D1306, D1307, D1308, D1309, D1310, D1311, D1312, D1313, D1314, D1315, D1316, D1317, D1318, D1319, D1320, D1321, D1322, D1323, D1324, D1325, D1326, D1327, D1328, D1329, D1330, D1331, D1332, D1401, D1402, D1403, D1404, D1405, D1406, D1407, D1408, D1409, D1410, D1411, D1412, D1413, D1414, D1415, D1416, D1417, D1418, D1419, D1420, D1421,

D1422, D1423, D1424, D1425, D1426, D1427, D1428, D1429, D1430, D1431, D1432, D1433, D1434, D1435, D1436, D1437, D1438, D1439, D1440, D1441, D1442, D1443, D1444, D1445, D1446, D1447, D1448, D1449, D1450, D1451, D1452, D1453, D1454, D1455, D1456, D1457, D1458, D1459, D1460, D1461, D1462, D1463, D1464, D1465, D1466, D1467, D1468, D1469, D1470, D1471, D1472, D1473, D1474, D1475, D1476, D1477, D1478, D1479, D1480, D1481, D1482, D1483, D1484, D1485, D1486, D1487, D1488, D1489, D1501, D1502, D1503, D1504, D1505, D1506, D1507, D1508, D1509, D1510, D1601, D1602, D1603, D1604, D1605, D1606, D1607, D1608, D1609, D1610, D1611, D1612, D1613, D1614, D1615, D1616, D1617, D1618, D1619, D1701, D1702, D1703, D1704, D1705, D1706, D1707, D1708, D1709, D1710, D1711, D1712, D1713, D1714, D1715, D1716, D1717, D1718, D1719, D1720 – 1N4148 (596 ks)

D401, D402, D403, D404, D405, D406, D407, D408, D409, D410, D411, D412, D413, D414, D415, D416, D417, D418, D419, D420, D421, D422, D423, D424 – LED 5 mm (24 ks)

U401, U402, U403, U404, U405, U406 – LED displeje s výškou znaku 38,1 mm, napr. LSD150BUE-101B

Tranzistory

Q201, Q202, Q205, Q206, Q207, Q208, Q301, Q302, Q303, Q304, Q305, Q306, Q307, Q308, Q309, Q310, Q311, Q312, Q313, Q314, Q315, Q316, Q317, Q318, Q319, Q320, Q321, Q322, Q323, Q324, Q325, Q326, Q327, Q328, Q329, Q330, Q401, Q402, Q403, Q404, Q405, Q406, Q407, Q408, Q409, Q410, Q411, Q412, Q413, Q414, Q415, Q416, Q417, Q418, Q419, Q420, Q421, Q501, Q502, Q503, Q504, Q505, Q506, Q507, Q509, Q510, Q511, Q601, Q602, Q603, Q604, Q605, Q606, Q607, Q608, Q609, Q610, Q611, Q612, Q613, Q614, Q615, Q616, Q617, Q618, Q619, Q620, Q701, Q703, Q704, Q705, Q706, Q707, Q708, Q709, Q801, Q802, Q803, Q804, Q805, Q806, Q807, Q808, Q809, Q810, Q811, Q812, Q901, Q903, Q904, Q905, Q906, Q907, Q910, Q911, Q912, Q913, Q914, Q915, Q917, Q918, Q1001, Q1002, Q1003, Q1004, Q1005, Q1006, Q1007, Q1008, Q1009, Q1010, Q1011, Q1012, Q1013, Q1014, Q1015, Q1016, Q1017, Q1018, Q1019, Q1020, Q1101, Q1103, Q1104, Q1105, Q1106, Q1107, Q1108, Q1109, Q1201, Q1202, Q1203, Q1204, Q1205, Q1206, Q1207, Q1208, Q1209, Q1210, Q1211, Q1212, Q1301, Q1303, Q1304, Q1305, Q1306, Q1307, Q1310, Q1311, Q1312, Q1313, Q1314, Q1315, Q1317, Q1318, Q1401, Q1402, Q1403, Q1404, Q1405, Q1406, Q1407, Q1408, Q1409, Q1410, Q1411, Q1412, Q1413, Q1414, Q1415, Q1416, Q1417, Q1418, Q1419, Q1420, Q1501, Q1502, Q1503, Q1504, Q1505, Q1506, Q1601, Q1602, Q1603, Q1604, Q1605, Q1606, Q1701 – univerzálny NPN, napr. BC546-549, BC171-174, KC/BC237-239... (208 ks)

Q203, Q204, Q508, Q702, Q902, Q908, Q909, Q916, Q1102, Q1302, Q1308, Q1309, Q1316 – univerzálny PNP, napr. BC556-559 (13 ks)

Ostatné

L101 – tlmivka radiálna 220 μ H / 1 A

Y1 – kryštálový rezonátor 32,768 kHz

SW901, SW1301 – tlačidlo 6 mm (push button switch)

TPxxx – testovacie body, pin header 01x01 2,54 mm (20 ks)

J101 – svorkovnica do DPS, rozostup pinov 5 mm

4. Poznámky k súčiastkam

4.1 Tlmivka L101

Tlmivka je súčasťou C-L-C filtra napájacieho napätia. Jej indukčnosť nie je kritická, a môže byť dodaná tlmivka aj s inou indukčnosťou, než je v zozname súčiastok, v závislosti od dostupnosti na trhu. Dôležitá je maximálna prúdová zaťažiteľnosť a fyzické rozmery. Ak ju nemáte, môžete ju premostiť.

4.2 Kondenzátory C202, C203, a dolad'ovací kondenzátor C204

Po dokončení stavby častí Oscillator, Buffer, Shaper, je dobré skontrolovať presnosť frekvencie 32,768 kHz pomocou čítača alebo osciloskopu (v bode TP204), pretože od presnosti tejto frekvencie bude závisieť presnosť hodín. Mierne nezrovnalosti možno doladiť kondenzátorom C204, ale ak to nestačí, treba zmenšiť alebo zväčšiť kondenzátory C202 a C203. Môže sa stať, že s niektorými hodnotami týchto kondenzátorov prestane oscilátor kmitať. Prípadne bude frekvencia presná, ale po zapojení napájania bude pár sekúnd trvať, kým sa oscilátor rozkmitá.

Dolad'ovací kondenzátor C204 nemusí byť súčasťou dodávanej sady súčiastok z dôvodu veľmi ťažkej dostupnosti. Je možné použiť nejaký zo starej rozobratej elektroniky, prípadne skusmo, podľa frekvencie na čítači/osciloskope, osadiť pevný kondenzátor. Keďže je paralelne k C203, ich kapacita sa sčíta.

Je dobré najprv C203 (22 pF) neosadzovať. Možno ho osadiť, až ak bude oscilátor veľmi rýchly.

4.3 Rezonátor Y1

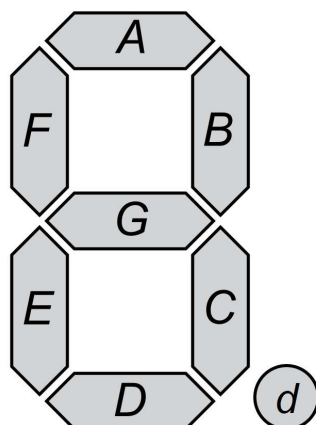
Klasický hodinový rezonátor používaný v spotrebnej elektronike, PC, hodinkách. Je dobré ho dodatočne upevniť k doske plošných spojov pomocou drôtika z vývodu súčiastky, a oba konce zaletovať (v plošnom spoji sú na to dierky). Rezonátor je veľmi citlivý na mechanické otrasy a na teplo, preto ho treba zaletovávať veľmi opatrne a neprehrievať.

4.4 Tranzistory

Je možné použiť akékoľvek univerálne nízkosignálové tranzistory príslušnej polarita (NPN/PNP) v puzdre TO-92 alebo podobnom a s vývodmi v poradí CBE (pri pohľade spredu) alebo EBC. Kolektorový prúd by mal byť aspoň 100 mA. V dodanej sade súčiastok môžu byť rôzne vhodné typy tranzistorov podľa dostupnosti na trhu.

4.5 Displeje

Plošný spoj je prispôsobený na displeje o výške znaku 38,1 mm (1,5 in) a rozloženie vývodov je štandardné pre tento typ displejov.



Obr. 1: 7-segmentový displej

5. Postup stavby a potrebné vybavenie

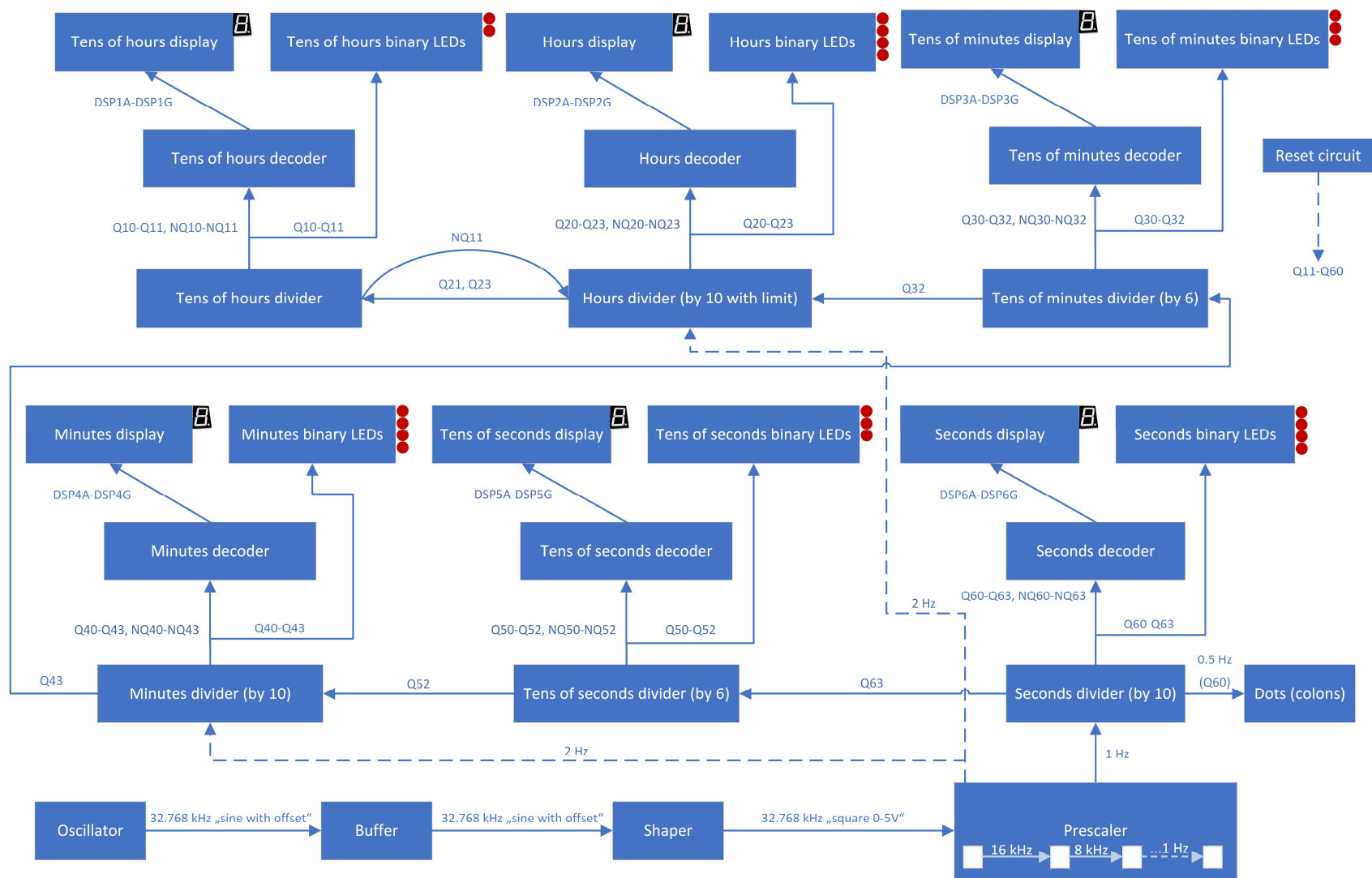
Pri stavbe postačí multimeter, ale je dobré mať aj osciloskop, prípadne čítač. Najlepšie je osadzovať plošný spoj po častiach, a po každej časti skontrolovať, či funguje správne, v tomto poradí (oblasti sú ohraničené aj na plošnom spoji):

1. Oscillator (C203 najprv neosadzovať)
2. Buffer
3. Shaper
4. Prescaler
5. LED diódy pre dvojbody (a ich driver)
6. Resetovací obvod (reset circuit)
7. Seconds divider (by 10)
8. LED diódy pre binárne zobrazenie sekúnd (a ich drivery)
9. Seconds decoder
10. Displej pre sekundy
11. Tens of seconds divider (by 6)
12. LED diódy pre binárne zobrazenie desiatok sekúnd (a ich drivery)
13. Tens of seconds decoder
14. Displej pre desiatky sekúnd
15. Minutes divider (by 10)
16. LED diódy pre binárne zobrazenie minút (a ich drivery)
17. Minutes decoder
18. Displej pre minúty
19. Tens of minutes divider (by 6)
20. LED diódy pre binárne zobrazenie desiatok minút (a ich drivery)
21. Tens of minutes decoder
22. Displej pre desiatky minút
23. Hours divider (by 10 with limit)
24. LED diódy pre binárne zobrazenie hodín (a ich drivery)
25. Hours decoder

- 26. Displej pre hodiny
- 27. Tens of hours divider
- 28. LED diódy pre binárne zobrazenie desiatok hodín (a ich drivery)
- 29. Tens of hours decoder
- 30. Displej pre desiatky hodín

Na miestach, kam je dobré pripojiť osciloskop v prípade problémov pri oživovaní, sú testovacie body, označené TPxxx, na ich mieste sa osadzuje jeden pin header kvôli uľahčeniu pripojenia sondy osciloskopu.

Osadzovací plán je v súbore *Top.png* a jeho interaktívna verzia v súbore *BOM.html*



Obr. 2: Bloková schéma zapojenia

6. Popis zapojenia

Celková schéma je v súbore *Schema.pdf* a bloková schéma je na obr. 2. Názvy jednotlivých častí schémy sú v angličtine, aby sedeli s popismi na plošnom spoji.

6.1 Konvencie návrhu

Číslovanie súčiastok je podľa sekcií po stovkách, napríklad súčiastky týkajúce sa sekcie Prescaler sú číslované od 300 do 399.

Výstupy klopných obvodov v deličkách, ktoré sa používajú na zobrazovanie časového údajá, sú označené v tvare Qxy, kde x je poradové číslo od 1 do 6, udávajúce číslo cifry (1 – desiatky hodín, ... 5 – desiatky sekúnd, 6 – sekundy) a y je poradové číslo bitu (0 je LSB). Negované výstupy klopných obvodov sú označené NQxy, kde xy je ako vyššie.

Výstupy dekóderov pre zobrazenie čísla na displejoch sú označené DSPxy, kde x je poradové číslo cifry (ako pri klopných obvodoch) a y je písmeno označujúce segment displeja od A po G.

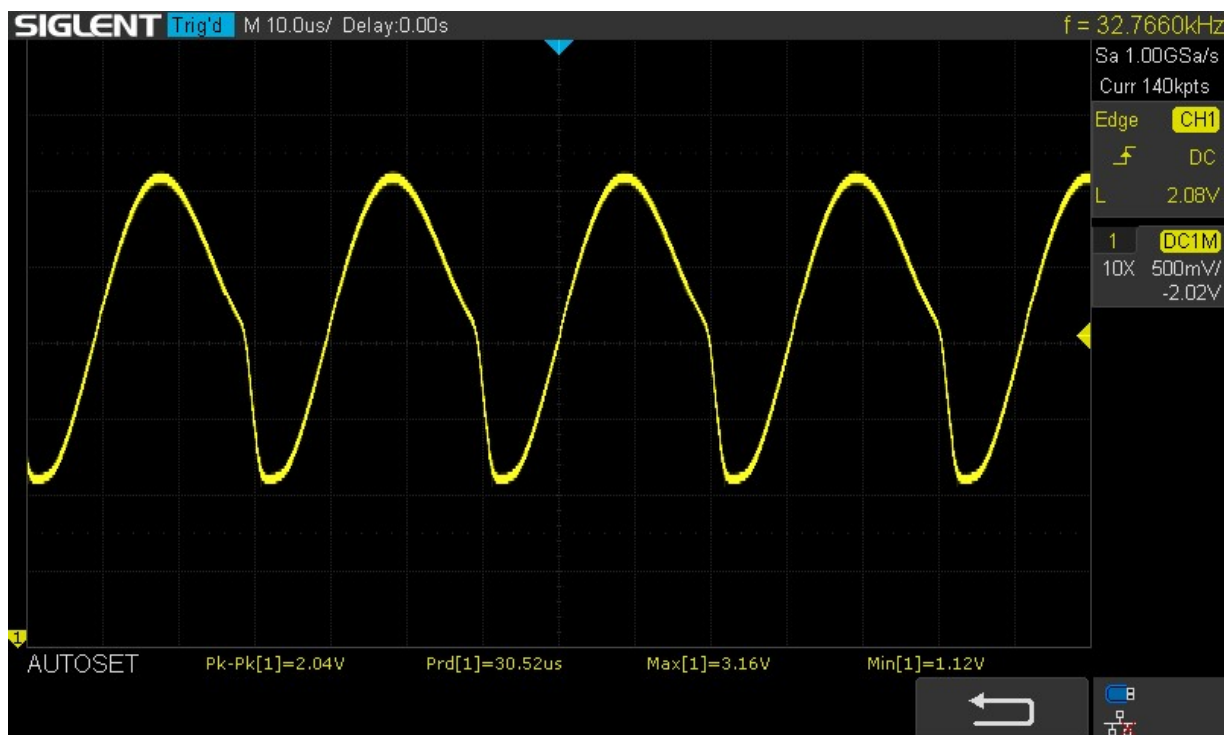
6.2 Popis zapojenia

Napájacie napätie 5 V je pripojené cez skrutkovaciu svorkovnicu J101, za ktorou je C-L-C filter.

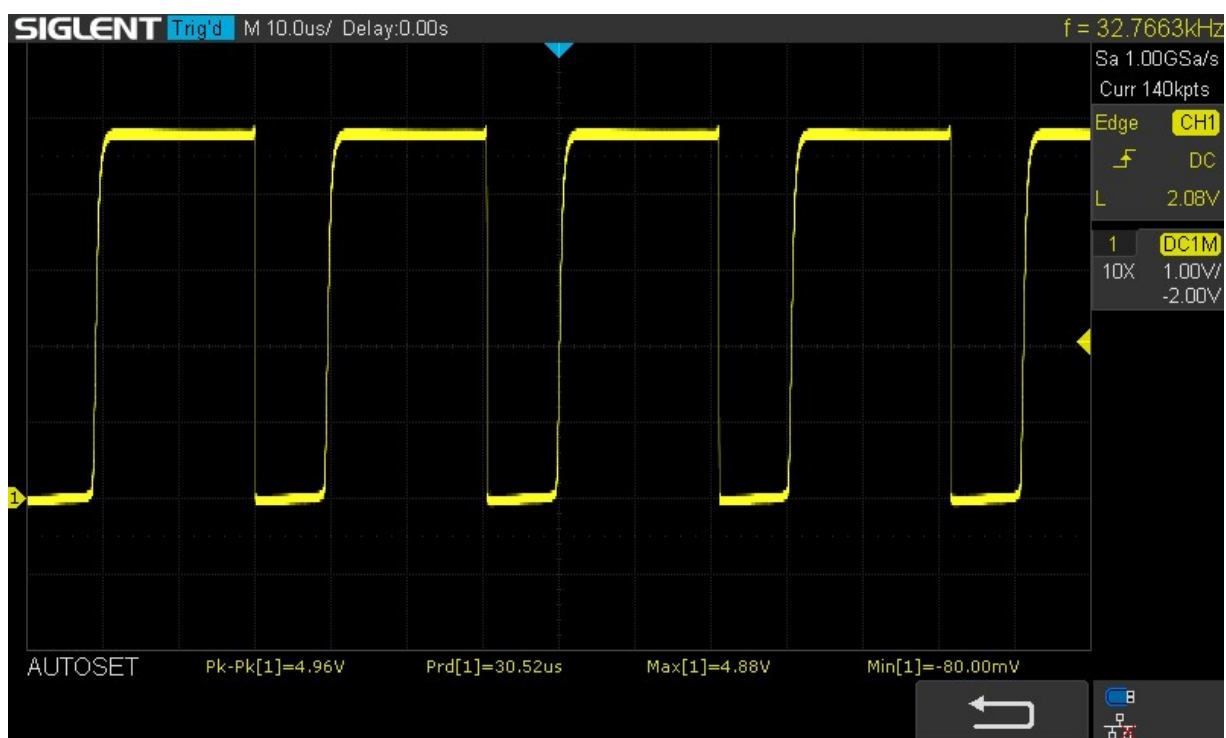
Oscilátor je riadený bežným hodinovým kryštálom o frekvencii 32,768 kHz. Schéma oscilátora je štandardná, často používaná v rôznych zapojeniach. Frekvenciu oscilátora možno v prípade potreby jemne doladiť zmenou kondenzátorov C202, C203 a C204. Výstup ale nie je možné rovno ďalej spracovať, preto je za ním pripojený buffer, ktorý tvoria dva tranzistory v darlingtonovom zapojení. Výstup buffera je rovnaký, ako oscilátora, ale už ho možno zaťažiť ďalším spracovaním. Na výstupe oscilátora aj buffera je signál o frekvencii 32,768 kHz, ktorý má (s privretím oboch očí) tvar podobný sínusu, ale osciluje okolo asi 2,5 V s amplitúdou okolo 2 V, viď oscilogram na obr. 3. Tento signál treba prispôbiť na logické úrovne, to znamená obdĺžnik od 0 do 5 V.

Úlohou sekcie Shaper (tvarovač) je vyrobiť obdĺžnikový signál o úrovniach od 0 do 5 V. Nevadí, že strieda nie je 50%, klopné obvody sa preklápajú na zostupnej hrane a vzdialenosť zostupných hrán je konštantná. Tvarovač je vlastne komparátor, ktorý porovnáva vstupný signál s úrovňou, ktorá je daná odporovým deličom R203 a R209. Ak je vstupný signál nižší, ako úroveň komparátora, na výstupe tvarovača sa objaví log. 0, a ak je vyšší, log. 1. Výstup tvarovača je na obr. 4.

Frekvencia 32,768 kHz je pre potreby hodín príliš vysoká a treba ju podeliť dvoma toľko krát, kým nedostaneme 1 Hz. To je účelom sekcie Prescaler, ktorá pozostáva z klopných obvodov zapojených do série. Každý z nich delí dvoma, a sú pospájané keramickými kondenzátormi 100p, ktoré vytvoria na zostupnej hrane predchádzajúceho výstupu krátky impulz. Tento impulz spôsobí preklopenie nasledujúceho klopného obvodu. Tento princíp sa používa aj pri ďalších klopných obvodoch v deličkách. Výstup každého klopného obvodu vedie na pin header TPxxx, ktorý je určený na pripojenie osciloskopickej sondy alebo čítača pri oživovaní hodín.



Obr. 3: Výstup buffera



Obr. 4: Výstup tvarovača (Shaper)

Signál o frekvencii 1 Hz je použitý ako vstup pre počítanie sekúnd – prvú sekciu na delenie desiatimi (Seconds divider). Táto sekcia pozostáva zo 4 klopných obvodov a niekoľkých hradieľ zapojených tak, aby sa po čísle 9 všetky klopné obvody vynulovali. Je to vlastne sekvenčný logický obvod vytvorený z tranzistorov. Na výstupe prvého z klopných obvodov je signál o frekvencii 0,5 Hz, ktorý sa používa aj na rozsvetovanie dvojbodiek medzi displejmi. Výstup každého vedie na LED diódy zobrazujúce binárne vyjadrenie času, tým možno zároveň sledovať stav klopných obvodov.

Signály Q60-Q63 a NQ60-NQ63 vedú do dekódera sekúnd (Seconds decoder). Tu sa určuje, ktoré segmenty displeja majú svietiť pri akom stave klopných obvodov. Ako to funguje, je jasné z pohľadu na schému dekódera – napríklad pri $NQ63 = 1$ (a teda $Q63 = 0$), $Q62-Q60 = 1$, má svietiť číslica 7, teda segmenty displeja A, B, C. Je tam veľa diód, aby sa dekóдеры neovplyvňovali navzájom.

Signál Q63 je vstupom pre deličku šiestimi, čo je opäť sekvenčný logický obvod zostavený z troch klopných obvodov a hradieľ tak, aby sa po čísle 5 vrátil do počiatočného stavu.

Deličky minút a desiatok minút fungujú tak isto, ako pri sekundách. Jediný rozdiel je tlačidlo na nastavenie minút. Keď nie je stlačené, minúty sú taktované signálom Q52. Po stlačení tlačidla sú minúty taktované signálom o frekvencii 2 Hz.

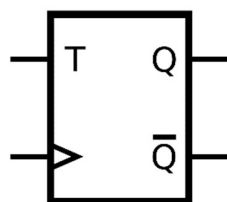
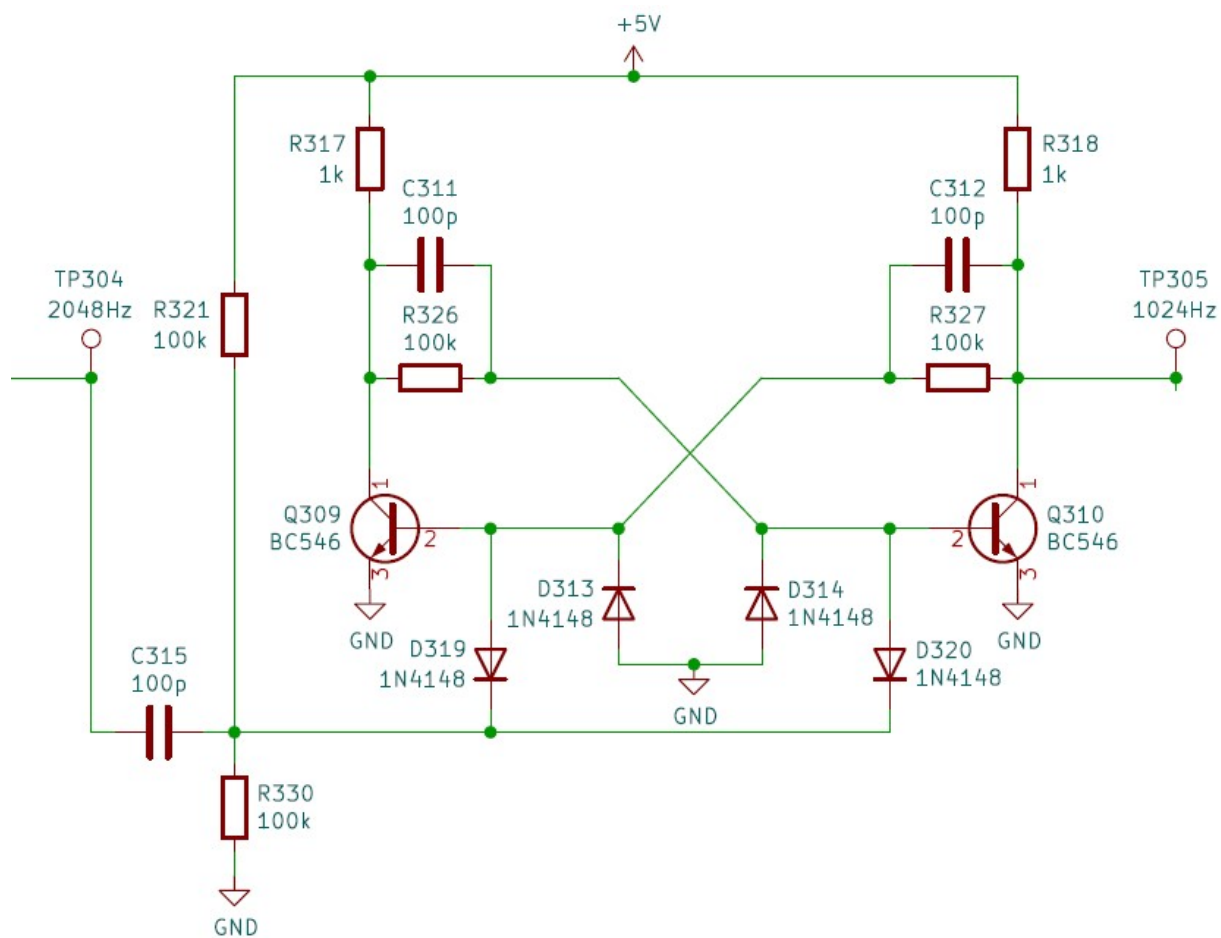
Deličky hodín a desiatok hodín sú navzájom prepojené tak, aby počítali od 0 do 23. Preto delička hodín má v zátvorke (with limit), lebo ak je $NQ11 = 1$ (to znamená, že desiatky hodín sú v stave „2“), má počítat iba do troch.

Zapojenie sekvenčných obvodov na úrovni hradieľ je uvedené neskôr v tomto dokumente.

Súčasťou zapojenia je aj resetovací obvod (reset circuit). Ten zaisťuje, že po pripojení napájacieho napätia začnú klopné obvody deličiek na stave 0. Keby nebol tento obvod prítomný, hodiny by nezačínali na stave 00:00:00, ale nejakom náhodnom, často nereprezentovateľnom. Po pripojení napájacieho napätia vznikne krátky impulz, ktorého časová konštanta je daná RC obvodom R1701, C1701, a ten je pripojený cez tranzistor a diódy na jednotlivé klopné obvody. Diódy sú nutné, aby sa klopné obvody počas normálneho behu neovplyvňovali medzi sebou.

6.3 Klopný obvod

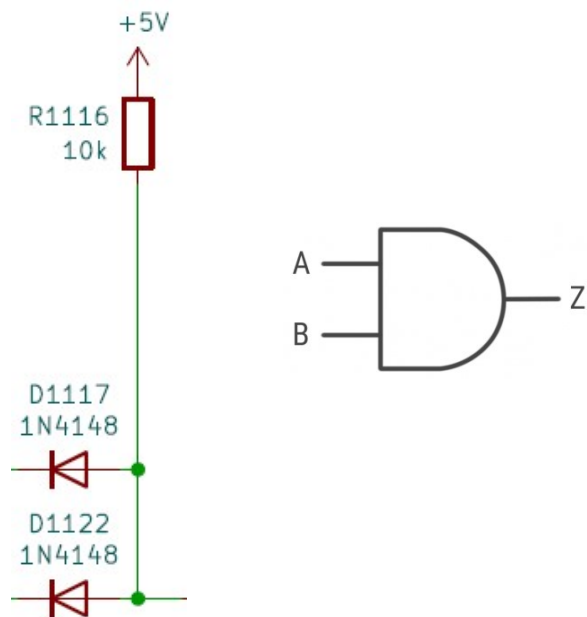
Na obr. 5 je bistabilný klopný obvod používaný v tejto konštrukcii (obrázok je z časti schémy Prescaler). Vstup je na 100p kondenzátore, výstupy sú na kolektoroch tranzistorov. Oba výstupy sú vždy v opačnom stave. Obvod je možné preklopiť do žiadaného stavu privedením impulzu na niektorý z výstupov – tak funguje resetovací obvod (viď vyššie).



Obr. 5: Klopny obvod

6.4 Logický člen AND

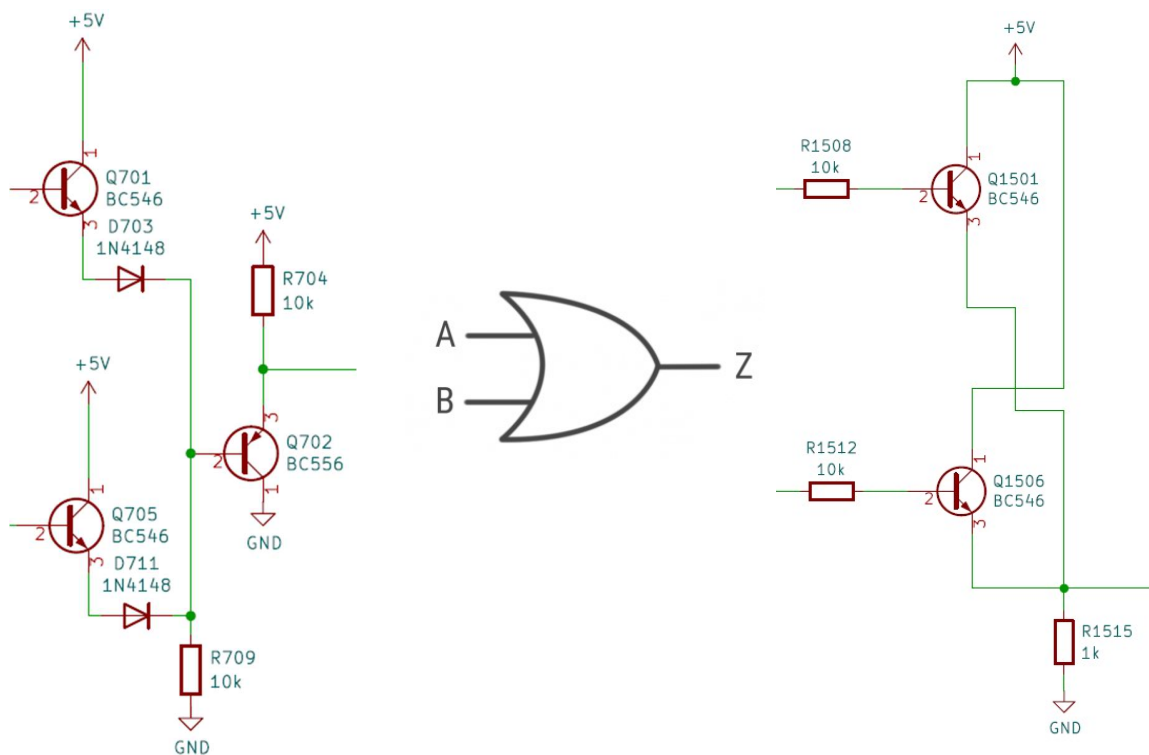
Na obr. 6 je logický člen (hradlo) AND z diód. Koľko treba vstupov, toľko je diód (na obrázku sú dva vstupy). Výstup je vpravo od diód.



Obr. 6: Logický člen AND

6.5 Logický člen OR

Na obr. 7 je logický člen (hradlo) OR. V tejto konštrukcii sú použité dva typy. Vstupy sú vľavo, výstup vpravo.

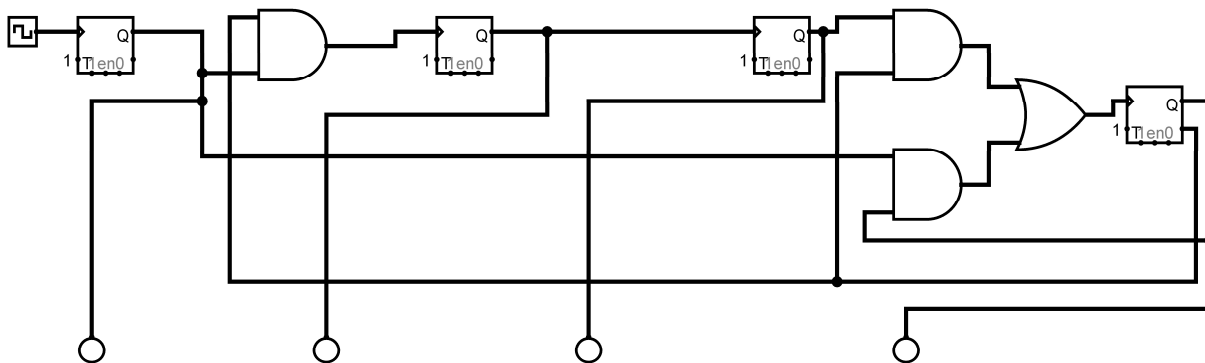


Obr. 7: Logický člen OR

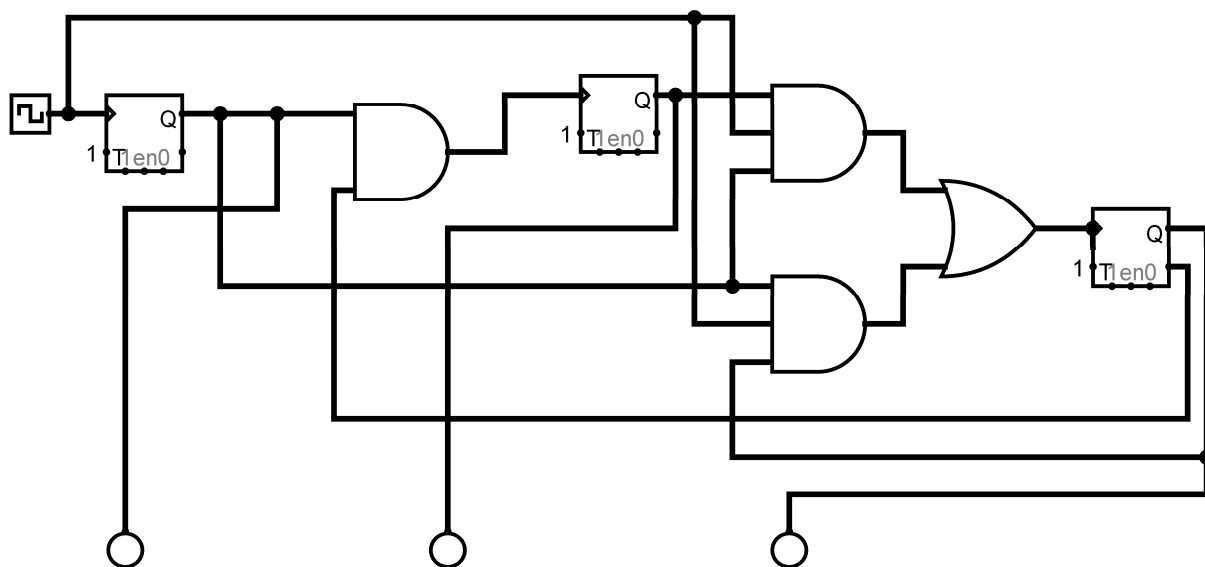
6.6 Deličky

Na obrázkoch 8, 9 a 10 sú deličky použité v týchto hodinách. Sú to sekvenčné logické obvody zložené z klopných obvodov a hradiel. Obrázky pochádzajú z programu Logisim – simulátora logických obvodov. Krúžky v spodnej časti obrázkov sú LED diódy ukazujúce stav klopných obvodov.

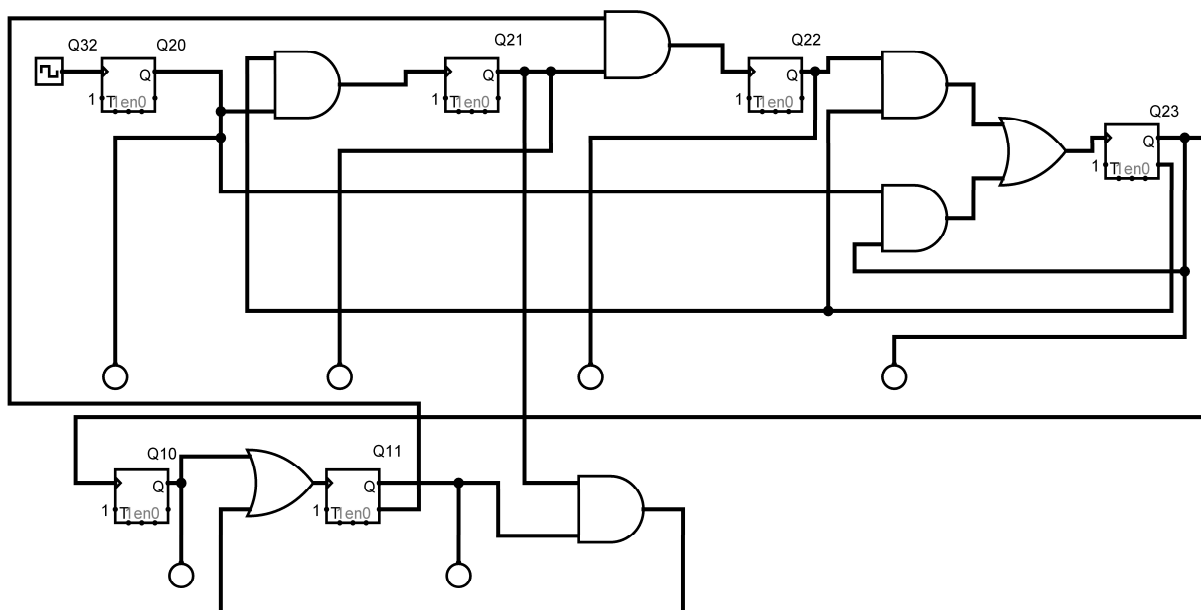
Delička 24 obsluhuje jednotky aj desiatky hodín súčasne – jednotky hodín počítajú len do 3, keď desiatky hodín sú v stave „2“.



Obr. 8: Delička 10



Obr. 9: Delička 6



Obr. 10: Delička 24

7. Možné problémy a rady pri oživovaní (troubleshooting)

Pri oživovaní je veľmi dobré použiť zdroj s prúdovým obmedzením, aby v prípade skratu nedošlo k poškodeniu súčiastok alebo plošného spoja. Obmedzenie môže byť nastavené na 500 mA.

Tiež sa odporúča už počas osadzovania (v poradí podľa sekcie 5 tohto dokumentu) priebežne po dokončení jednotlivých sekcií pripojiť dosku k napájacímu napätiu a uistiť sa, že všetko funguje správne, a odber prúdu zo zdroja je nenulový, ale nie príliš veľký. Ak náhodou nebude, jednoduchšie sa bude hľadať chyba v práve osadenej sekcii, než na celej doske.

7.1 Po pripojení napätia sa nič nedeje

Ak je odber zo zdroja nulový, zrejme je niekde v napájaní prerušená cestička, alebo zničená niektorá súčiastka.

Ak je odber zo zdroja veľmi veľký (zdroj indikuje skrat), asi nechtiac vznikol cínový mostík medzi susednými pinmi, prípadne je niektorá súčiastka osadená s opačnou polaritou alebo poškodená.

Ak je odber zo zdroja v norme (v závislosti od množstva už osadených súčiastok), hodiny možno bežia, ale nič nevidno. Treba skontrolovať, či beží oscilátor a deličky a dekodery. Tento prípad ale asi nenastane.

7.2 Hodiny ukazujú stále 00:00:00

Beží oscilátor? Počkajte pár sekúnd, možno sa rozbehne – môže sa to stať pri experimentoch s kondenzátormi C202, C203, C204.

Skontrolujte signál v testovacích bodoch a zistite, kde sa stráca. Ak oscilátor beží až po úroveň 1 Hz, možno sa signál nedostáva ďalej. Skontrolujte aj výstupy klopných obvodov v deličkách.

7.3 Niektoré číslice nesvietia, ale inak hodiny počítajú dobre

Napríklad 0 – 1 – 2 – (nič) – 4 – 5 - Toto správanie indikuje problém v príslušnom dekóderi príslušnej číslice – skontrolujte podľa schémy správne osadenie súčiastkami v danej časti dekódera správnymi typmi a v správnej polarite.

7.4 Niektoré číslice majú chýbajúce segmenty, alebo svieti viac segmentov v číslici

Skontrolujte zapojenie diód v príslušnom dekóderi príslušnej číslice (zapojenie je patrné zo schémy).

7.5 Hodiny nepočítajú správne

Buď preskakujú čísla, alebo sa daná číslica vynuluje skôr ako treba – to poukazuje na chybu v deličke zodpovedajúcej danému displeju.

7.6 Po zapojení napájania hodiny nezačínajú na 00:00:00

Chyba je v resetovacom obvode (reset circuit). Ak niektoré displeje začínajú vždy na nule a niektoré nie, stačí skontrolovať zapojenie diód vedúcich na Q výstupy deličky príslušajúcej danému displeju.

7.7 LED diódy na binárne zobrazovanie času nesvietia, alebo ukazujú nesprávne hodnoty

Diódy sú ovládané cez tranzistory a rezistory. V schéme v časti Display zistíte, ktoré súčiastky patria ku ktorým diódam, skontrolujte ich zapojenie, typ a hodnoty súčiastok, polaritu tranzistorov a LED diód, nechcené prepoje medzi susednými vývodmi súčiastok, a či nie je prerušená cestička na plošnom spoji. Ak je všetko v poriadku, možno sa iba nedostáva k LED dióde zdrojový signál z príslušného Q výstupu klopného obvodu.

7.8 LED diódy – dvojbody medzi displejmi – nefungujú správne

Skontrolujte R403, R409, R417, R418, R419, Q403, polaritu LED diód, spojitost cestičky od klopného obvodu – signál Q60, ak hodiny inak bežia normálne. Pozrite aj bod 7.7.

7.9 Hodiny idú príliš pomaly

Problém sa prejavuje meškaním času a je viditeľný napríklad po pár dňoch. Presnosť hodín závisí od frekvencie oscilátora.

V tomto prípade oscilátor beží o pár Hz pomalšie, než 32,768 kHz. Treba pripojiť osciloskop alebo čítač na testovací bod TP204 a odmerať frekvenciu oscilátora. Zrýchliť oscilátor je možné doladením ladiaceho kondenzátora C204. Ak ani pri jeho najmenšej kapacite nie je frekvencia správna, je možné vypustiť kondenzátor C203. Ak potom ide oscilátor príliš rýchlo, treba C203 nahradiť kondenzátorom menšej hodnoty, než je pôvodná a rozdiel doladiť pomocou C204. Ak C204 nie je osadený, treba experimentovať s rôznymi hodnotami kondenzátora C203. Ďalšou možnosťou je použiť iný kryštál, možno bude presnejší.

Pri meraní treba použiť presný čítač, alebo ešte lepšie, osciloskop. Niektoré multimetre vedia merať aj frekvenciu, ale nie príliš presne, keďže sa jedná len o doplnkovú funkciu. V tom prípade treba hrubé nastavenie frekvencie oscilátora overiť už len experimentálne postupom času.

7.10 Niektorý z klopných obvodov sa nechce preklopiť

Napríklad číslica, ktorá má počítat od 0 do 9, počíta len do 7.

Skontrolujte tranzistory a diódy v danom klopnom obvode, zvážte ich výmenu. Premerajte cestičky na plošnom spoji, pri osadzovaní mohlo dôjsť k ich poškodeniu. Ak nič nepomohlo, možno pomôže zvýšiť kapacitu kondenzátora na vstupe daného klopného obvodu (100 pF) na 150 pF.