

Hier nun der dritte Teil meines kleinen Frequenzzählerprojektes.

Alea iacta est, ein Muster ist aufgebaut und die Zeit des Ausmessens und Beurteilens ist herangekommen, wovon dann der nächste Teil handeln wird.

Das Muster

Aufgebaut habe ich das Muster auf einer 52 x 77 mm großen Leiterplatte, die in ein Kunststoff-Gehäuse "ABS-100" hineinpaßt. Diese Gehäuse gibt es für ca. 1.40 Euro bei tme.eu, wo man auch als Privater kaufen kann.

Als Stromversorgung ist ein flacher Lithium-Akku vorgesehen. Solche Akkus gibt es günstiger als Ersatzteile für Mobiltelefone oder Digitalkameras bei Ebay. Meiner war für eine Rollei-Kamera vorgesehen und hat ca. 1.50 Euro gekostet.

Zum Aufladen habe ich dem Gerät eine Mini-USB-Buchse gegönnt, denn Ladeteile für sowas gibt es überall und am PC kann man es auch aufladen. Allerdings war es wegen des doch bemerkenswerten Stromverbrauches nötig, eine Notabschaltung gegen Tiefentladung des Akkus einzubauen. Das hatte Folgen für die Konstruktion der Stromversorgung.

Die Eingangsbuchse ist eine SMA-Buchse, die an den Rand der Leiterplatte gelötet wird. Das ist recht stabil und bastlerfreundlich. Herkunft: China über Ebay.

Die Eingangsbeschaltung

Der Eingangswiderstand der Schaltung ist frequenzabhängig. Bei NF beträgt er ca. 30 kOhm und ab einigen MHz sinkt er auf 50 Ohm. Für das Eingangsnetzwerk habe ich RFSIM99 benutzt. Die obere Grenzfrequenz liegt bei ca. 200 MHz, was für den vorliegenden Fall völlig ausreichend ist.

Als eigentliches Eingangsteil habe ich einen ADCMP600 von Analog Devices benutzt, denn er ist der schnellste von allen (siehe vorigen Teil) und es ist mir gelungen, davon ein Muster aufzutreiben. Die Hysterese habe ich

ein wenig vergrößert, so daß der Zähler nicht gar so sehr auf verrauschte Signale reagiert.

Parallel zum Komparator liegt ein Pegeldetektor, der im wesentlichen aus einer vorgespannten kapazitätsarmen Doppeldiode besteht. Die Spannung am ADC-Eingang des Controllers beträgt also ohne Signal so etwa 2 Flußspannungen und sinkt mit steigendem Eingangspegel.

Der Referenzoszillator

Wieder mal per Ebay bin ich zu einigen TCXO's gekommen: Toyocom TCO-990 mit 13 MHz. Das sind recht alte Typen, aber sie brauchen nur 3V/2mA und rangieren im Bereich von +/- 2.5ppm (-30°..+75°), 0.2ppm bei Last oder VCC-Änderungen, 1ppm Alterung/Jahr und sind per Trimmer feinverstellbar um +/- 9ppm.

Am Ausgang liefert dieser TCXO nur etwa 0.8 V_{pp} weswegen er nicht direkt an einen Digitaleingang paßt. Aber von Maxim gab es auch ein Muster, weswegen hier ein MAX999 zum Einsatz kommt.

Ja, an einen guten OCXO kommen sie natürlich nicht heran, aber wenn man alles bedenkt (Preis, Verfügbarkeit, Stromverbrauch, mech. Größe), dann sind sie ein faires Bauteil. Natürlich wäre es nett, wenn die Frequenz deutlich höher wäre, aber bei 13 MHz ist eine 24 Bit-Mantisse (für's Rechnen) nach 1 Sekunde Meßzeit zu 77% voll und das ist eigentlich ausreichend, denn mehr als 7 angezeigte Stellen ist bei diesem TCXO sowieso nicht sinnvoll.

Die Meßschaltung

Sie besteht nur aus einem D-FF SN74LVC1G79 und zwei Bustreibern NC7SZ125. Das reicht, da die notwendigen Vorteiler bereits im Controller enthalten sind.

Controller und Anzeige

Ich habe einen PIC16F716 benutzt. Der ist recht stromsparend und schnell. In einem Vorversuch hatte ich ja schon einmal sie obere Grenzfrequenz ausgelotet, sie lag bei 155 MHz. Dies wird in der vorliegenden Schaltung nicht erreicht. Hier ist bei ca. 120 MHz Schluß, was am Komparator im Eingang liegt. Bis zu 140 MHz sind drin, wenn man die Amplitude auf mehr als 10dBm erhöht, aber das ist Quälerei.

Als Alternative zum ADCMP600 könnte man eventuell auch einen LVDS-Empfänger (z.B. FIN1002M5X von Fairchild) benutzen, wenn man ihm eine geeignete Hysterese beibringt. Aber das wäre ein Thema für die Weiterentwicklung..

Als Anzeige fungiert eine 8x2 Zeichen Alpha-LCD-Anzeige von Pollin (die für 95Cent).

Den Controller kann man mit eigenem Quarz oder vom TCXO her betreiben. Im Muster habe ich dem Controller einen eigenen Quarz gegönnt, damit am TCXO möglichst wenig "sonstiges" hängt. Wenn man allerdings keinen TCXO hat, dann kann man per Lötbrücke auch den Controllertakt als Referenz benutzen. SOOO schlecht ist dieser ja auch nicht.

Stromversorgung

Die ganze Schaltung wird per Schaltwandler mit 5 Volt versorgt, weil das LCD dies braucht. Ob man das LCD auch mit 3.3 Volt und negativer Kontrastspannung betreiben kann, habe ich nicht ausprobiert.

Der Stromverbrauch der Schaltung ist stark abhängig von der Eingangsfrequenz. In Ruhe oder bei nur einigen MHz liegt er bei etwa 20 mA (gemessen direkt am Akku) und dies steigert sich auf mehr als 70 mA bei 120 MHz. Eigentlich kann man daraus wieder einmal sehen, daß 5 Volt Technik für höhere Frequenzen nicht mehr gut geeignet ist.

Beim Entwurf der Leiterplatte hatte ich einen derartigen Stromverbrauch befürchtet und

deswegen den Schaltwandler so aufgebaut, daß er bei Unterspannung komplett abschaltet. Es gibt keinen Gleichstrompfad vom Akku zur eigentlichen Schaltung und im abgeschalteten Zustand fließen nur noch Mikroampere.

Programmierung

Das ganze Programm ist in Assembler geschrieben. Es rechnet mit single, also dem üblichen 4 Byte breiten Gleitkommaformat, das 24 Bit Mantisse ergibt.

Die Quellen gibt's auf Nachfrage.

Anhang

1. HexCode
2. Schaltung (2 Blatt)
3. Belegung der Leiterplatte (2 Blatt)

Hex-Code:

```
:084000000A00010000000500A8
:02400E00323F3F
:0600000083018A0145297D
:10000800F000030E8312F2000408F1000B1D102803
:100018000B11A10F1028A00A0C1C16280C10A50AF9
:100028000319A40A8C1C1C288C10A80B1C2812115C
:1000380071088400720E8300F00E700E0900003003
:1000480000000000000000000000000000000000A8
:100058000000000000000000000000000000000013E031D39
:1000680024280800BA0023206400BA0B37280800A7
:100078008316061686160617861783120800831637
:100088000612861206138613831208001030B90070
:100098003E30840020308000840AB90B4F28BD010F
:1000A80008007616761C6128F3003D080F393E3E9D
:1000B800840073088000BD0A0800F300BB0A3C20D6
:1000C800061586110614000000000608061080397F
:1000D800031D642843207128F3004320761E8611EF
:1000E800761A861506080F39F4007308F039740477
:1000F800860006110614000000000610730EF03981
:100108007404860006110614000000000610761E0E
:1001180008000530362008004730952840309528DB
:100128000001BB0080387612612076160F30BB05BF
:1001380008003B081039031D0800203055209D2871
:1001480006108611061176121E30362076122830D7
:1001580070200A3036201430702023200C30702094
:100168002320063070202320013070202320033004
:100178007020232076161E303620132408008B1793
:1001880023208B130108A200FF30A3008612000071
:100198008616000001082206031DD528A303031DA7
:1001A800CA280E08A7000F08A600B901A00803195D
:1001B800E4280310A00CA10CA20CA30CB90ADA289D
:1001C800203032269233908A90720305922B90181
:1001D800A4080319F6280310A40CA50CA60CA70C58
:1001E800B90AEC28243032269233908A9072430B7
:1001F800592208008B1306168616063090008101D6
:100208008E018F01A001A101A401A5018B160B1776
:1002180083160C1483127B30920091011C30A800C5
:100228000B110C10101485118B1708001F191A29AF
:100238001E084C3C031C0001B9001F1576104730FE
:100248009520143036200730B91A55280630391A47
:1002580055280530B9195528043039195528390851
:1002680003395528B900390E0F39F63E0318073EF1
:100278003A3E552039080F39F63E0318073E3A3EF4
:1002880055281F30850000308600831605309F00F2
:100298001530850002308600F730810083128130E6
:1002A8009F0000001F15BB01F601A4207610433003
:1002B80055206F305520753055206E3055207430DC
:1002C800552065305520723055208515C830BC0042
:1002D8000A303620BC0B6C29BC0185152320051972
:1002E8007829BC0B7129C329FE208B17BC01232058
:1002F800051D8229BC0B7B298515C3296430BC00E8
:100308000A303620BC0B84298515232005198F292E
:10031800BC0B8929C329C320942020303F222430D4
:100328004C223B2366228E30B3004B30B400203081
:10033800B5000630B6000A237610942076144A20B9
:10034800263085237610B90139083E3E840000081E
:100358005520B90AB91DA8299D20922014303620AD
:100368004608552047085520203055206B30552029
:10037800483055207A3055201A219D207029761052
:100388004A20942014303620303055209D20922069
:100398001430362077305520613055207230552082
:1003A80074305520653055209D20143036201A2190
:1003B8009D20C830362070290310AC0DAB0DAA0D56
:1003C800AD0D0800FF30AC06AB06AA06AD06AC0FB3
:1003D8000800AB0F0800AAF0800AD0A0800B20316
:1003E800320F0800B103310F0800B003300F0800C6
:1003F800AF030800FF30B206B106B006AF06B20F71
:100408000800B10F0800B00F0800AF0A0800320852
:10041800AC070318ED213108AB070318EF213008AA
:10042800AA070318AD0A08003608B2070318052200
:100438003508B107031807223408B0070318AF0AB4
:1004480008003608B202031CF6213508B102031C65
:10045800F9213408B002031CAF0308008400000827
:10046800A900840A0008AA00840A0008AB00840ACC
:100478000008AC00080084000008AE00840A0008E8
:10048800B000840A0008B100840A0008B20008001D
:1004980084000008B300840A0008B400840A000835
:1004A800B500840A0008B600080084002908800006
:1004B800840A2A088000840A2B088000840A2C08F1
:1004C800800008002908AE002A08B0002B08B100F7
:1004D8002C08B20008002908B3002A08B4002B0829
:1004E800B5002C08B60008002E08A9003008AA009C
:1004F8003108AB003208AC0008003308A900340802
:10050800AA003508AB003608AC0008003308AE0076
:100518003408B0003508B1003608B20008000310EE
:10052800AD0CAA0CAB0CAC0C08002D1C0800A90FD4
:10053800932AA903FF30AA00AB00AC000800AA1B4D
:1005480008000310AC0DAB0DAA0DA90BA32A0800D7
:10055800B308031DB22AB401B501B601AE08031DE4
:10056800B82AB001B101B201340830068039B700A9
:10057800B41BB716B01B3717B308031DB417AE0862
:10058800031DB01708008030B406AC222E083302D1
:100598000318E12AB800173E0318D62A7822371F15
:1005A800AA1308000310B40CB50CB60CB80FD62A61
:1005B8007822371B37168A22F42AB71A37160319F6
:1005C800F32AB800E83E031CED2A8122B71EAA13BD
:1005D80008000310B00CB10CB20CB80BED2A812244
```

:1005E800AD01B71BFD2A0B229922AA17371FAA13A0
:1005F8000800E6210B22AD1F062BE621A322371E99
:10060800AA130800A322371AAA130800AC22330839
:100618000319222B2E080319222B3307031C1F2B27
:100628007F3E031C272BFF30A900AA00AB00AC00BB
:10063800B71FAA1308007F3E0318272BA901AA0198
:10064800AB01AC010800A900AD01AA01AB01AC01E6
:100658001730B800B40CB50CB60C03180B22932253
:10066800B80B2E2B0B229922B71FAA130800AC2215
:100678002E080319222B33080319172B2E02031CEB
:10068800492B803E031C4C2B172B803E031C222B2E
:10069800A900AD01AA01AB01AC01AF011930B80046
:1006A800031025220314AF1F5B2B18220310AC0D77
:1006B800AB0DAA0DAD0DB20DB10DB00DAF0DB80B50
:1006C800552B9922B71FAA1308009830A900AA1B16
:1006D800732BE021A903A91B6B2BA9010800AA13FE
:1006E8000800B801AF01B80A2522AF1F772B1822DE
:1006F800B803031DB71730303807B71F080055284F
:100708000330B7000F3903193717B71A8F2B2D305D
:10071800AA1F2B305520B712AA176822AA01AB01CD
:10072800AC0197302907031CA42B6830A907031CC8
:10073800CA2B0319D32BFF30B000B100B200D32B62
:1007480030305520371B08000F30B7050319080053
:100758002E30552030305520B70BAE2B08004030D6
:10076800B7000800B323B001B101B401F32BB11FE6
:10077800C02BFE212D305520B323B001E82BB01F2C
:10078800C82BFE212D305520B323D32B0310B00CDA
:10079800B10CB20CAA0CAB0CAC0CA90FCA2B98303C
:1007A800B4009630B5008030B60075230F30B40021
:1007B8004230B5004030B60075230130B4008630B1
:1007C800B500A030B6007523B4012730B50010304D
:1007D800B60075230330B500E830B6007523B501BF
:1007E8006430B60075230A30B60075230130B600B0
:1007F800B7177523371B08002E30552037080F39D7
:10080800B8000319B80AAD016822E021E0210B22E3
:10081800E02130302D075520B80B072C0800761240
:10082800403070200A30362076166124652465240D
:100838006124652465246124652461246524652474
:100848006124652465245F24652461246524652466
:100858006124652463245F24652461246524652458
:100868006124632463245F2465246124652465244A
:100878005F24632463245F2465246124652463243E
:100888005F24632463245F24652461246324632430
:100898005F24632463245F2465245F246524632420
:1008A8005F24632463245F246524761280307020DB
:1008B8007616143036281730662C1030662C073020
:0A08C800662C00016120053036287F
:00000001FF







