

Arduino GPS og HF for radioamatør

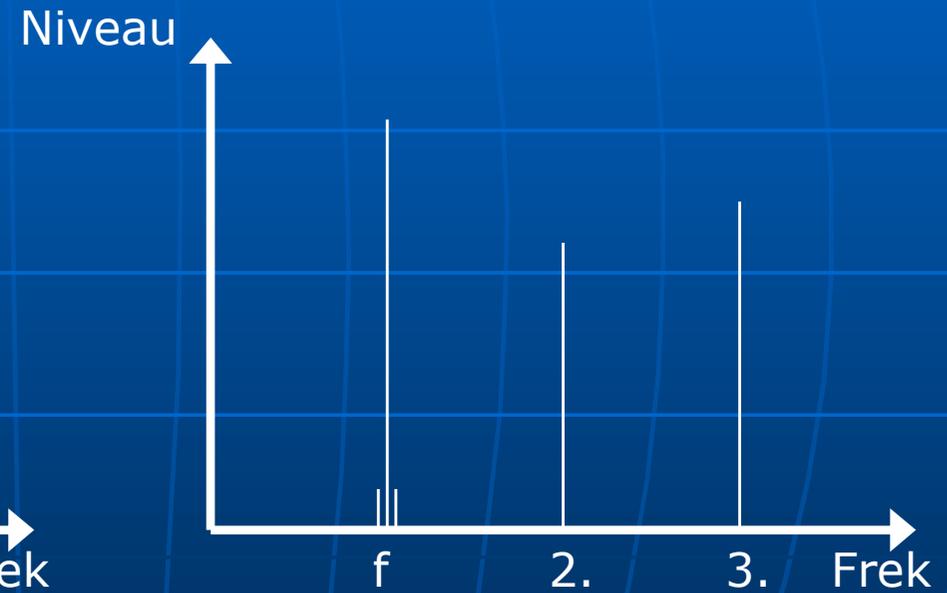
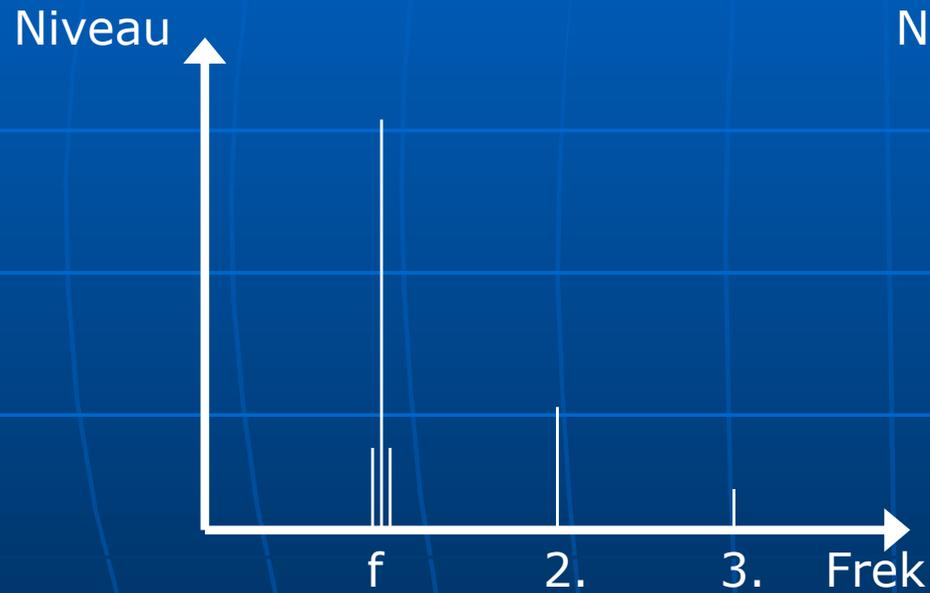
Bo, OZ2M, 2020-01-18

Dansk Vinter VHF Dag 2020

GPS-lås af din HW-12?



Hvilket spektrum er bedst?



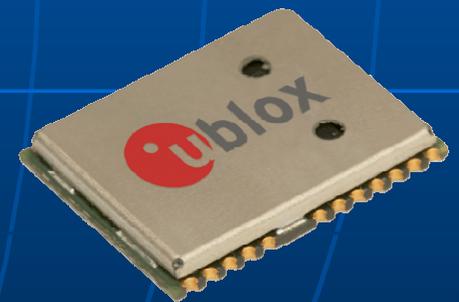
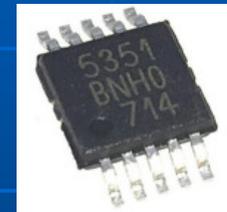
Hvilket spektrum er bedst?



Det er nemt at dæmpe harmoniske men ikke spurious

Dagsorden

- Kort introduktion til Arduino
- HF over 200 MHz for 10 kr
- Tilføj en GPS til kredsløbet
- Hvordan det kan gøres rigtigt

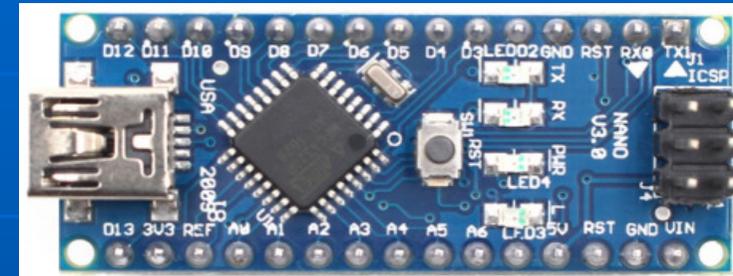


Hvorfor Arduino?

Platform	Google	eBay	Forum
Arduino	130 mio	269 397	M: 968 192 P: 4 281 793
PICAXE	790 000	987	M: 66 904 P: 314 622
Raspberry Pi	80 mio	112 238	M: 282 683 P: 1 520 351

Va' ka' det der Arduino?

- Lavet som en platform til indlæring for ikke-ingeniører – perfekt for radioamatører
- Open source H/W og S/W platform
- Arduino boards fra 8 bits 16 MHz til 32 bits 84 MHz ARM3
- Arduino boards kan fås fra 20 kr på eBay (Arduino Nano klon)
- Arduino gør at detailindsigt ikke er nødvendig for at komme i gang
- Programmeres via USB port dvs. ikke behov for en programmer
- C/C++ S/W miljø til Mac OS, Linux og Windows
- Rigtig mange Youtube videoer

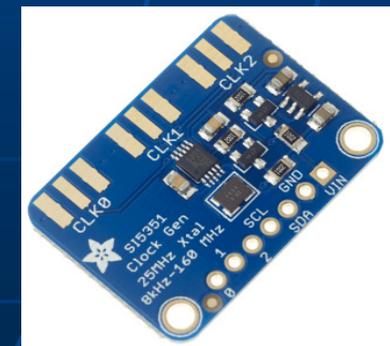
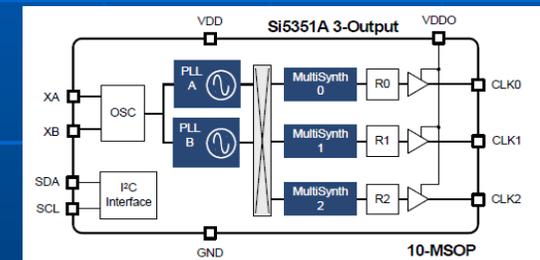


Arduino Nano

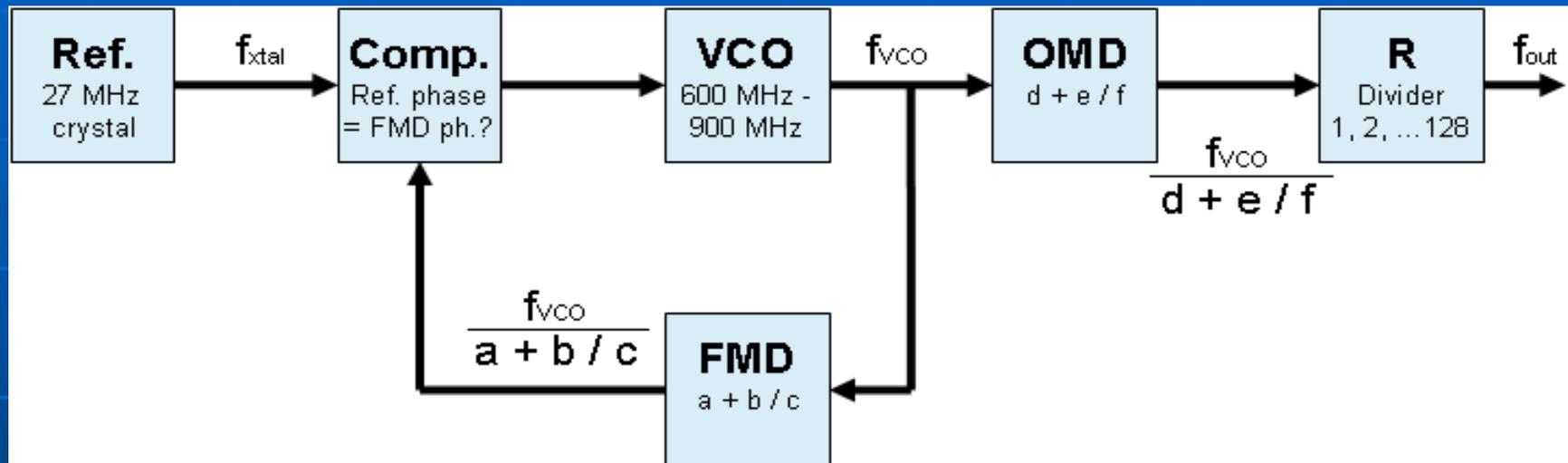
```
1 void setup()
2 {
3   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
4 }
5
6 void loop()
7 {
8   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is t
9   delay(1000); // wait for a second
10  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making
11  delay(1000); // wait for a second
12 }
```

Fra kHz til 200 MHz for 10 kr

- Fra 2605 Hz to 200 MHz (spek) men kan gå op til tæt på 300 MHz, eller brug overtoner
- Tre frekvenser men to er koblet til hinanden
- En udgang kan inverteret af en anden, fx til I/Q modulation
- Der kræves kun et 25 MHz/27 MHz krystal
- Indbygget variabel tilpasning til krystal
- 10 mW/10 dBm udgangseffekt
- Programmeret via I2C, fx fra en Arduino
- Mange "break-out boards"



Si5351A matematik

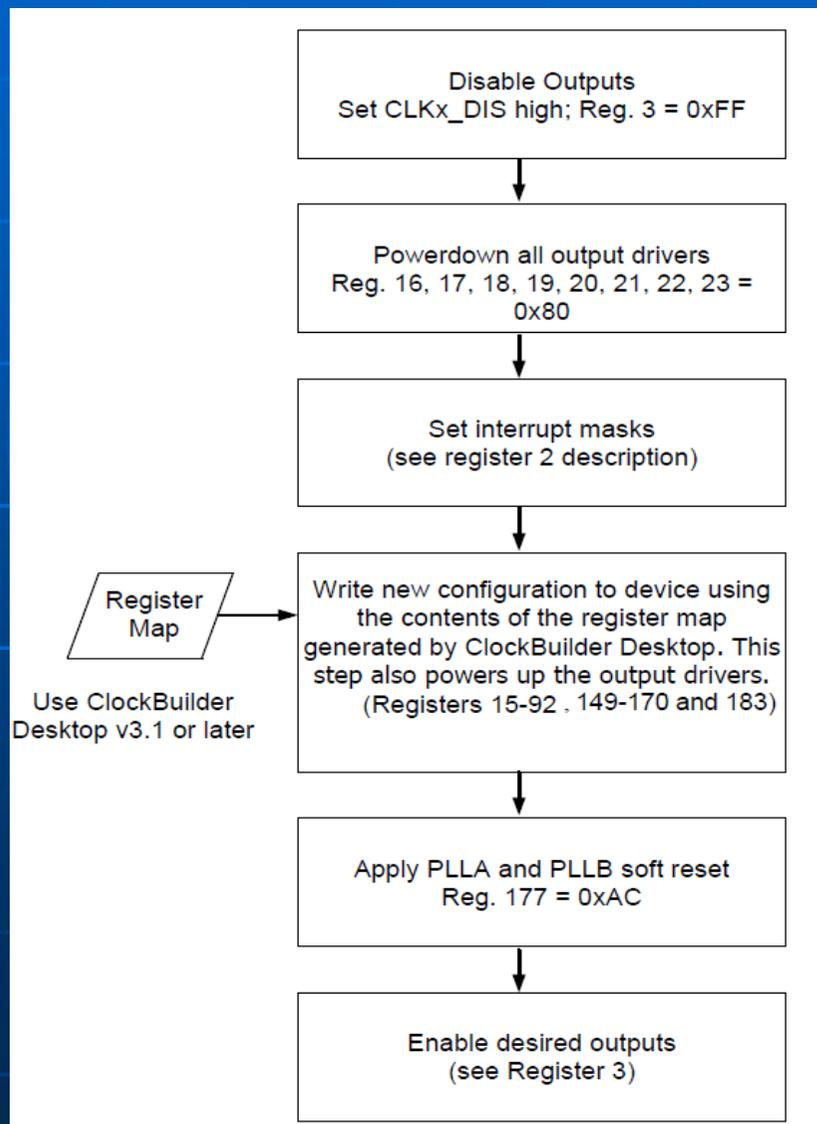


$$f_{out} = \frac{f_{xtal} \left(a + \frac{b}{c} \right)}{R \left(d + \frac{e}{f} \right)}$$

Åh nej! En ligning med syv variable!

Vink: sæt $e = 0$, $f = 1$ og $R = 1$ (R kun relevant under 500 kHz)
eller spørg en ven eller på Internettet

Brug af Si5351A



```
// Initialize Si5351A
while (ReadRegister(0) & 0x80); // Needed?
writeRegister(3, 0xFF);

for (int i = 16; i < 24; i++)
    writeRegister(i, 0x80);

writeRegister(15, 0x00);
writeRegister(24, 0x00);

// CLK0 CONFIGURATION
// Output Multisynth0, e = 0, f = 1
writeRegister(42, 0x00);
writeRegister(43, 0x01);
writeRegister(47, 0x00);
writeRegister(48, 0x00);
writeRegister(49, 0x00);

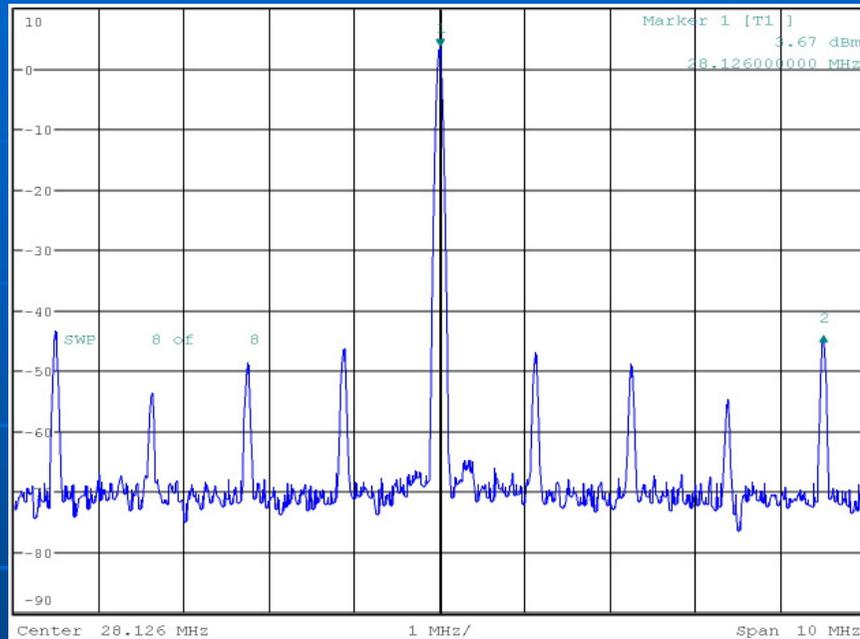
// Power up CLK0, PLLA, MS0 operates in integer mode,
// Output Clock 0 is not inverted, Select MultiSynth 0
// as the source for CLK0 and 8 mA
writeRegister(16, 0x4F);

// XTAL LOAD CONFIGURATION
// 6 pF = 0x12, 8 pF = 0x92, 10 pF = 0xD2
writeRegister(183, 0xD2);

// Soft reset of PLLA
writeRegister(177, 0xAC);

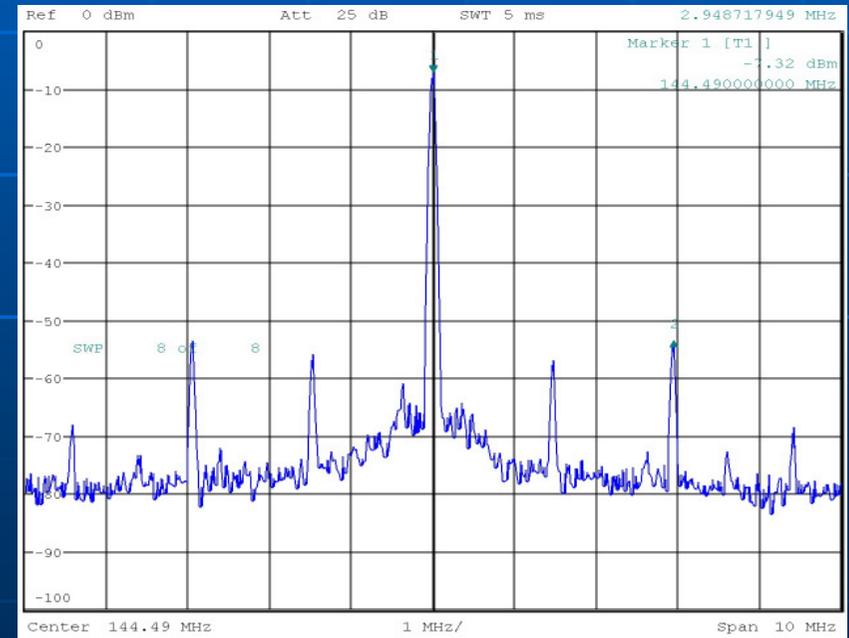
// Enable CLK0 output
writeRegister(3, 0xFE);
```

Men pas på spektrummet



- Si5351A er en IC lavet til digital brug, hvor spurious ikke er vigtige
- Fokusér ikke på de harmoniske – mange gør dette fejlagtigt
- Fokusér på spurious tæt på og fasestøj

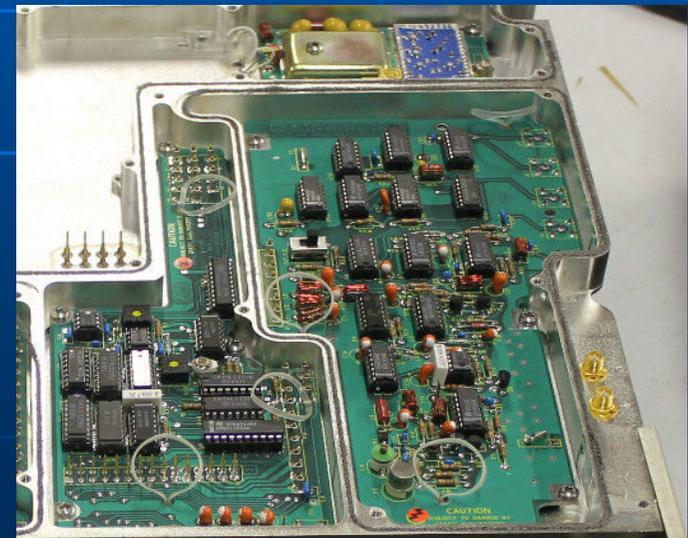
- Spurious forstyrrer andre (TX)
- Spurious medfører detektion/mixning med uønskede signaler (RX)
- Spurious øges med frekvensen



HF-designråd

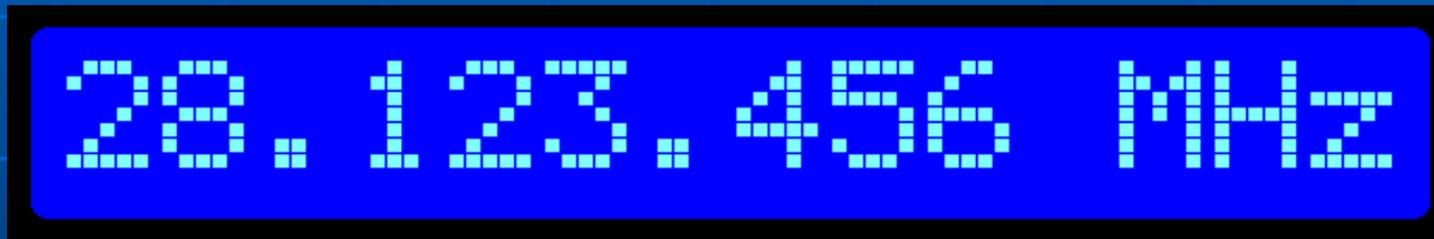
- Hold det digitale kredsløb adskilt fra HF-kredsløbet også i højden
- Undlad at føre digital baner tæt på HF-baner
- Brug separate regulatorer til digital- og HF-kredsløb
- Anvend kun en god og ren strømforsyning, brug ikke mobilladere
- Brug rigeligt med afkoblinger og dæmpnings modstande/spoler i signalveje
- Overvej brugen af SMD komponenter

- Brug et multilag-PCB
- Merprisen er marginal ift. al den tid, der er investeret i designet
- PCB
 - Top: HF
 - Lag1: Stel
 - Lag2: Forsyning
 - Bund: Digital



Byg en frekvenstæller

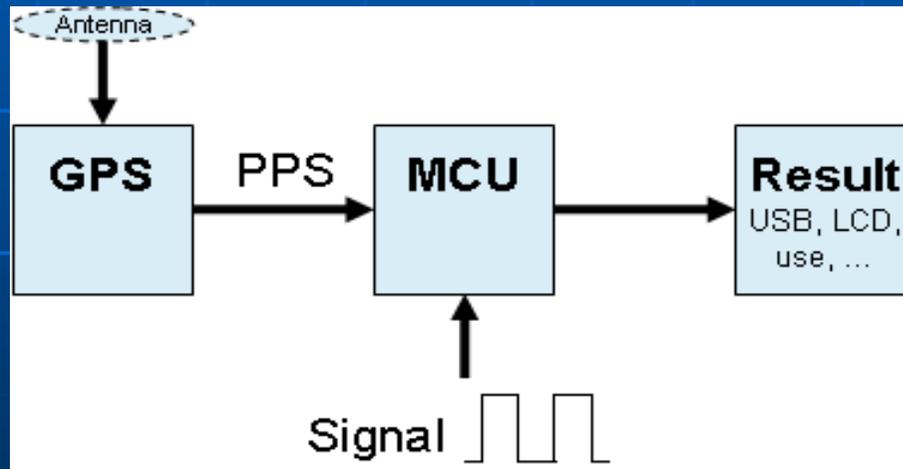
- Maksfrekvensen er begrænset af Nyquists theorem
 - Max er 50% af sample-frekvensen, dvs. hvis maxfrek. er 30 MHz så skal sample-frekvensen være 60 MHz
 - I realiteten er det ikke 50% men omkring 40%, dvs. 30 MHz kræver 75 MHz



- Nogle Arduino kan kun sample signalet andre kan tælle det
 - Arduino Uno og Nano er "CPU samplere" (max ~7 MHz)
 - Arduino Due og Zero (max ~90 MHz) har CPU uafhængig H/W tællere
- Husk at der ALTID er +/- 1 Hz nøjagtighed

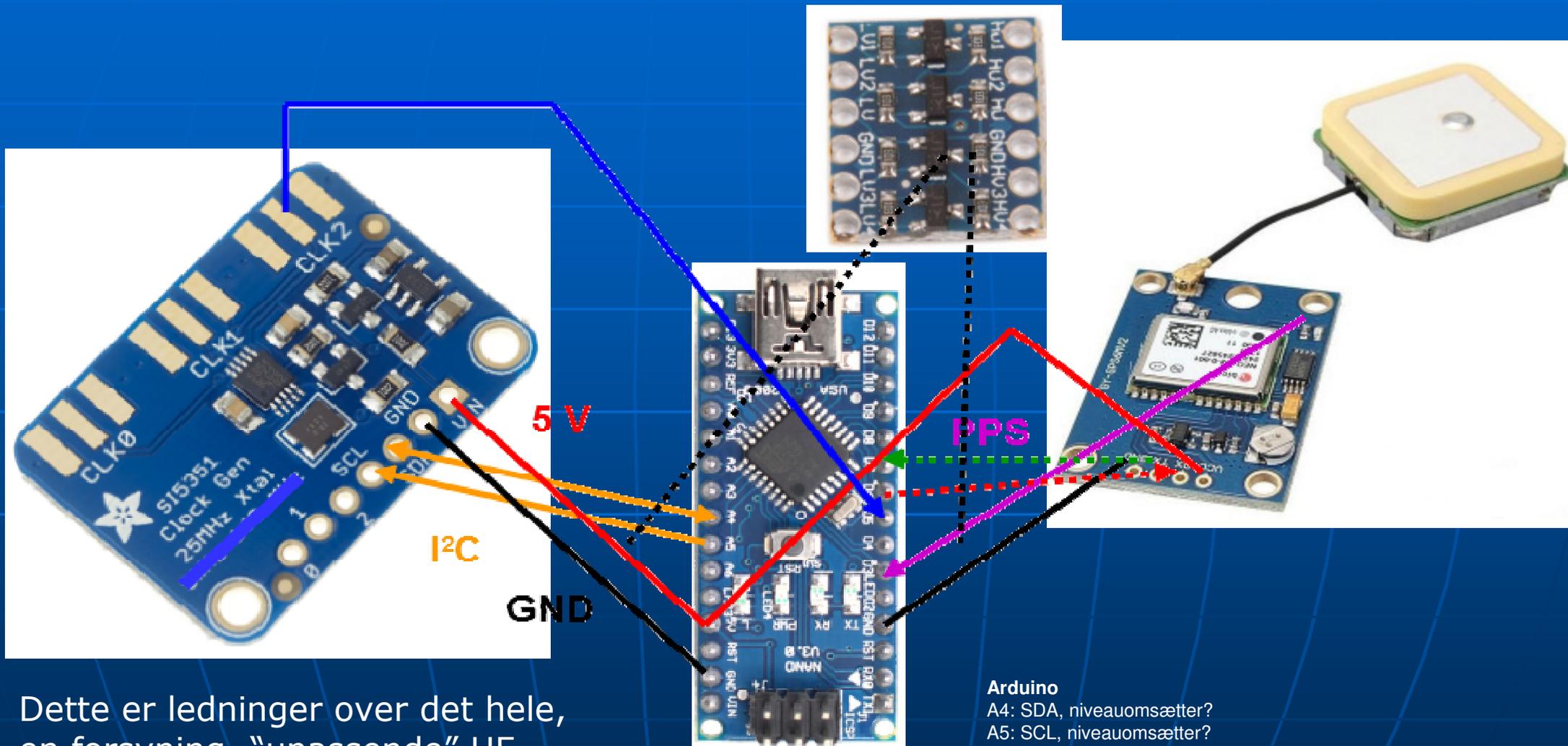
Valg af tidsstyring

- De fleste Arduino bruger en 0,5% keramisk resonator
 - Upræcis (men kan kompenseres i S/W)
 - Følsom for temperaturændringer
- Det er meget bedre at bruge 1 PPS fra en GPS modtager



- En u-blox NEO-6M (klon) kan købes for under 100 kr på eBay

Det hele sættes sammen

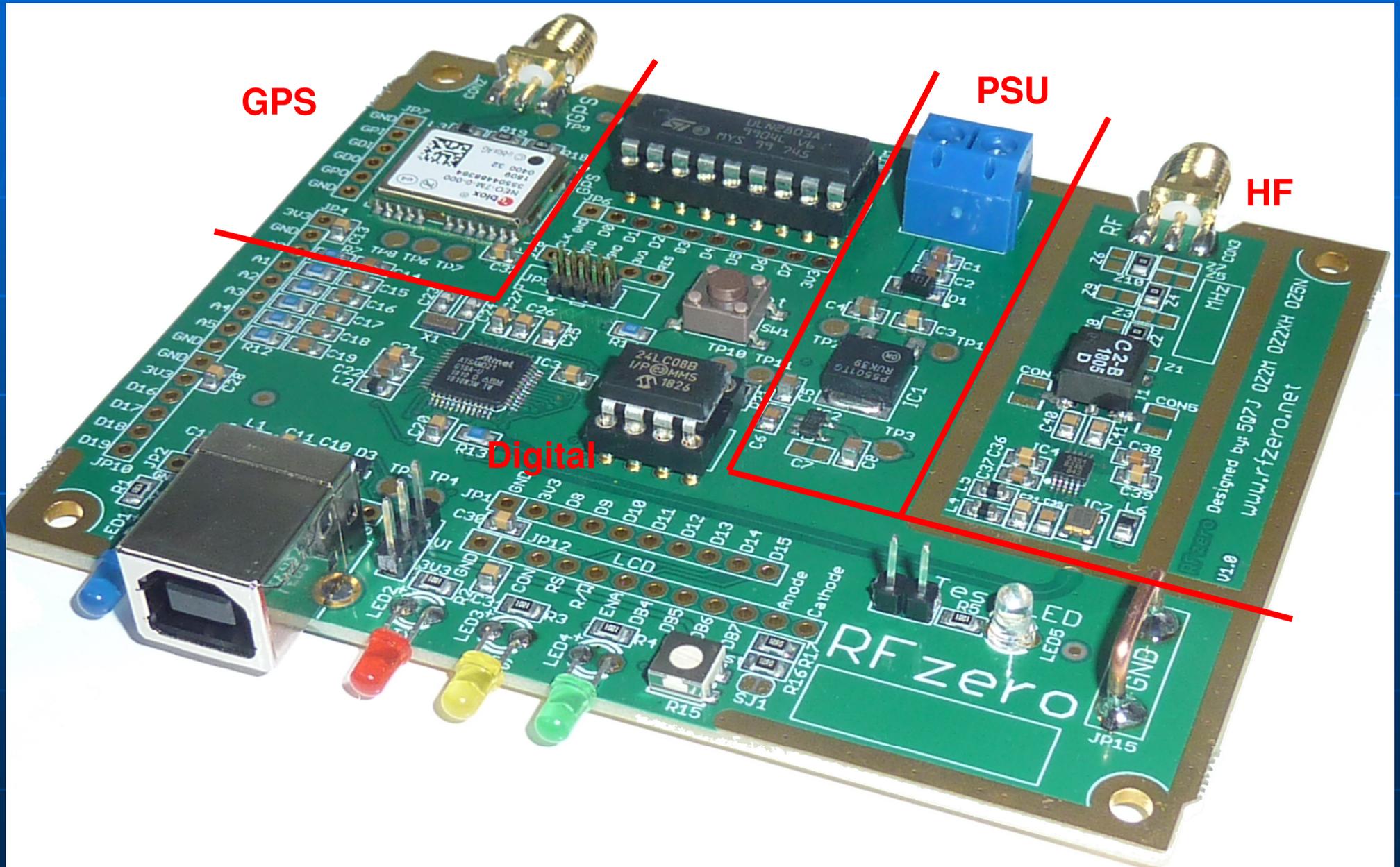


Dette er ledninger over det hele, en forsyning, "upassende" HF-design, intern osc. og vil ikke give bedre spektrum en vist tidligere

Arduino

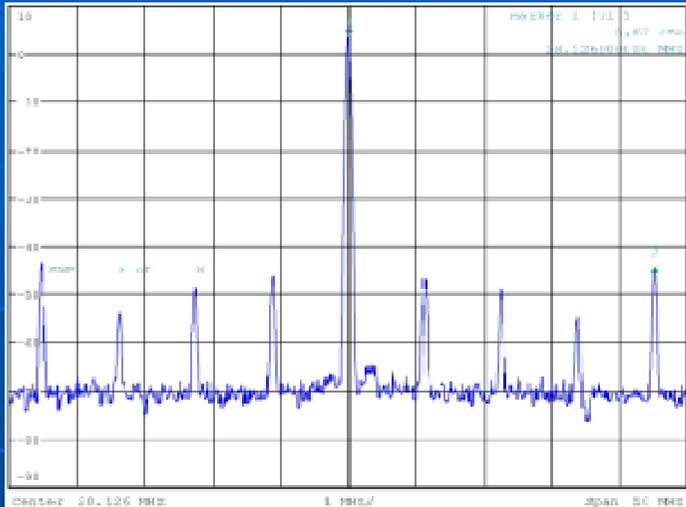
- A4: SDA, niveauomsætter?
- A5: SCL, niveauomsætter?
- D3: GPS 1 PPS, niveauomsætter?
- D5: fxtal / 4 eller den frekvens der skal tælles (< 7 MHz)
- D6: GPS NMEA data (SoftwareSerial), niveauomsætter?
- D7: GPS kontrol (SoftwareSerial), niveauomsætter?

En måde at gøre det rigtigt på

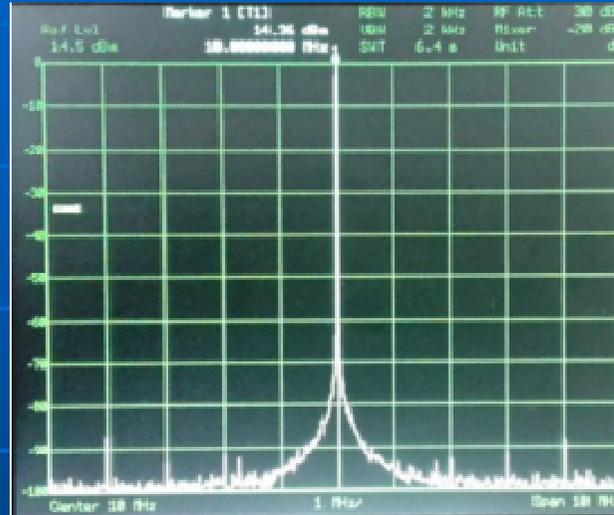


RFzero spektrum

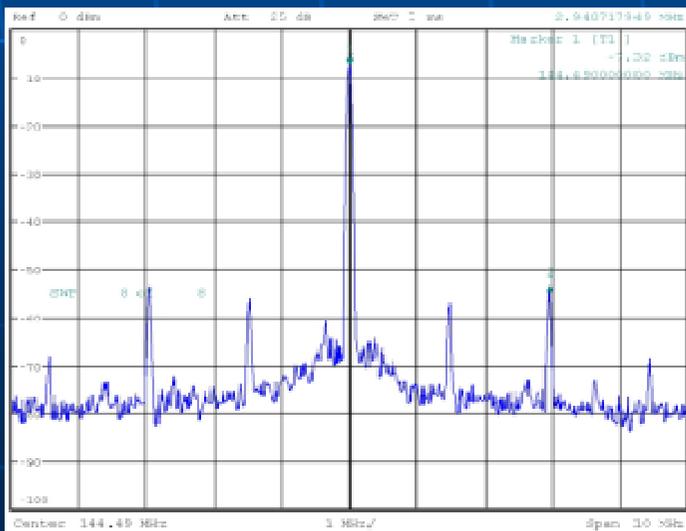
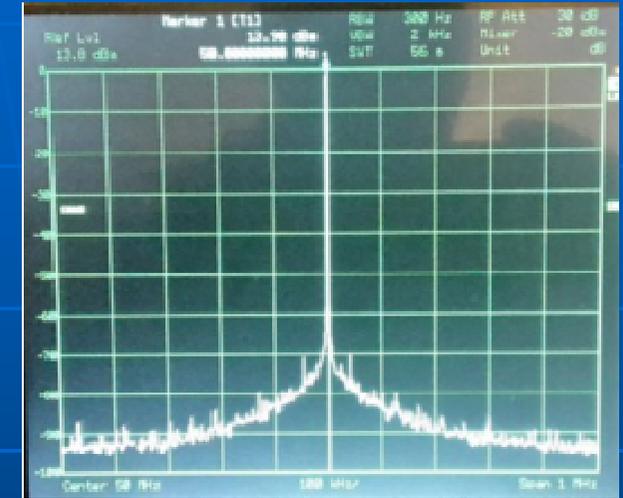
28 MHz: 10 MHz, -50 dBc



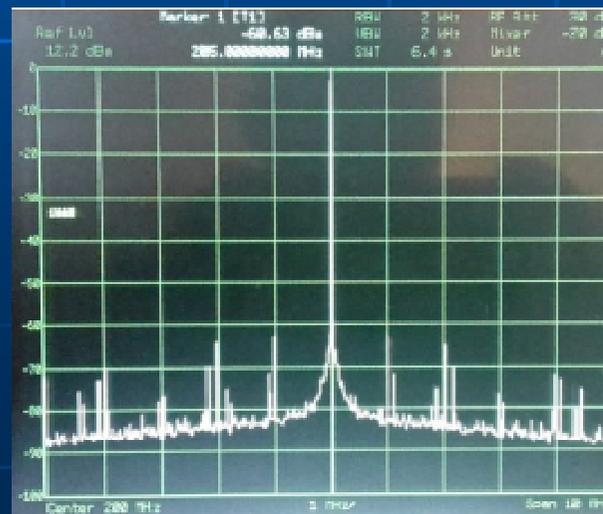
10 MHz: 10 MHz, <-70 dBc



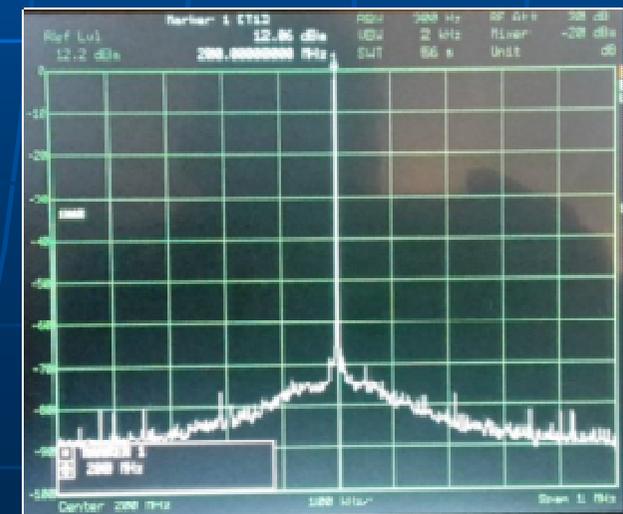
50 MHz: 1 MHz, -70 dBc



144 MHz: 10 MHz, -50 dBc



200 MHz: 10 MHz, -63 dBc



200 MHz: 1 MHz, -70 dBc

Styring af andre HF-kredse

- PI4ino kan styre

- Analog Devices AD9833 DDS
- Analog Devices AD9850 DDS
- Analog Devices AD9851 DDS
- Analog Devices AD9912 DDS
- Analog Devices AD9913 DDS
- Analog Devices ADF4350 and ADF4351 synthesizers
- Analog Devices ADF5355 synthesizer
- Analog Devices ADF5356 synthesizer
- Moduleret audio soft-DDS
- Silicon Labs Si5351A programmable clock generator
- Silicon Labs Si570 programmable XO/VCXO
- Texas Instruments LMX2541 synthesizer

Information

- RFzero

- www.rfzero.net

- PI4ino

- www.rudius.net/oz2m/pi4ino

- Bo, OZ2M

- www.rudius.net/oz2m