

/* Programm "HF/NF-Tastkopf rev 1.4", Reinhard Noll, DF1RN, DARC G01, Aachen.
Messung der gleichgerichteten Spannung des HF/NF-Tastkopfs der QRP AG,
Kalibrierung des HF/NF-Tastkopfs mit Signalgenerator DDS 20 G und
Oszilloskop Tektronix DPO 2014.

HF-Messung, Kalibrierung bei 8 MHz

Fitkurve im unteren Bereich, 0 - 0.3 V, ist ein

Polynom vierten Grades; im oberen Bereich, 0.3 V - 2.5 V, ein Polynom
zweiten Grades.

Umrechnung mit Kennlinie für den unteren und oberen Messbereich auf
die Spitze-Spitze Spannung an der Tastspitze, Berechnung der
Leistung in dBm und Anzeige beider Werte auf dem LCD-Display 16x2
mit 2 Zeilen à 16 Zeichen

NF-Messung, Kalibrierung bei 1 kHz

Fitkurve im unteren Bereich, 0 - 0.3 V, ist ein

Polynom vierten Grades; im oberen Bereich, 0.3 V - 2.5 V, ein Polynom
zweiten Grades.

*/

```
#include <LiquidCrystal.h> //Headerdatei einbinden
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //Ausgangspins festlegen
```

```
float voutmess0=0.0; //Die gemessene Spannung am Eingang A0 (OP 2),  
//oberer Messbereich.
```

```
float voutkorrr0=0.0; //Die korrigierte Spitze-Spitze Spannung an der  
//Tastspitze.
```

```
float voutmess1=0.0; //Die gemessene Spannung am Eingang A1 (OP 1),  
//unterer Messbereich.
```

```
float voutkorrr1=0.0; //Die korrigierte Spitze-Spitze Spannung an der  
//Tastspitze.
```

```
float vin0=0.0;
```

```
float vout1=0.0;
```

```
float vin1=0.0;
```

```
float vOP1=1.0; //Berücksichtigt die Abweichung der Verstärkung des  
//OP1 vom theoretischen Wert 16
```

```
float vOP2=1.0; //Berücksichtigt die Abweichung der Verstärkung des  
//OP2 vom theoretischen Wert 2
```

/*Die Werte vOP1 und vOP2 werden experimentell bestimmt. Zunächst werden
sie beide gleich 1 gesetzt. Dann wird mit dem Oszilloskop die Spitze-Spitze
Spannung gemessen und mit der Anzeige auf dem LCD-Display verglichen. Aus der
Abweichung wird ein Korrekturfaktor ermittelt, der die Anzeigeabweichung vom
richtigen Wert minimiert. Die Überprüfung bei der HF-Messung ergab, dass der
Mittelwert des Verhältnisses der Anzeige auf dem LCD-Display des Arduino zur
Uss-Spannung des Oszilloskops im Intervall [0.16 V, 2.23 V] ca. 1.007
beträgt, und im Intervall [0.06 V, 2.23 V] 1.0022, wenn vOP1 und vOP2=1.0
sind. Daher wurden die Werte von vOP1 und vOP2 bei 1.0 belassen.


```

}

void loop()
{
    val=digitalRead(Switch);//Einlesen der Schalterstellung,
                                //"HIGH"=HF-Messung gewählt, an Eingangspin
                                // 7 liegt ca. + 5V

    if(val==HIGH){
        lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
        lcd.print("HF-Messung");
        delay(3500); //Anzeige bleibt für 3.5 s

        goto HFMessung;//Sprung zum Programmteil für die HF-Messung

    }else{
        lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
        lcd.print("NF-Messung");
        delay(3500); //Anzeige bleibt für 3.5 s
        goto NFMessung;//Sprung zum Programmteil für die NF-Messung
    }
}

```

HFMessung:

```

// Einlesen der Analogspannung A2,
// keine Verstärkung, direkt mit Ausgang des Tastkopfs verbunden;
// damit wird entschieden, welche Messbereich zu wählen ist

value2=analogRead(2); //Einlesen der Analogspannung am
                        //Eingang A2

while (value2 < threshold)/*Entscheidung, welcher Messbereich für
                            die HF-Messung gewählt wird; ist die
                            Spannung < 0.3 V, geht es mit
                            dem unteren Messbereich weiter*/
{
    // Einlesen der Analogspannung A1,
    // Verstärkung mit OP1 um Faktor 16
    value1=analogRead(1); //Einlesen der Analogspannung über den
                            //Eingang A1
    voutmess1=(value1*vOP1*5.0/16.0)/1023.0;//1023 bit entsprechen 5 V,
                                                //Umrechnung auf
                                                //einen Wert in Volt am Eingang des OP1
    voutkorrr1=0.02173+2.9317*voutmess1-14.87012*voutmess1*voutmess1
                +54.55325*voutmess1*voutmess1*voutmess1
                -69.9154*voutmess1*voutmess1*voutmess1*voutmess1;
    /*Berechnung der korrigierten Spitze-Spitze
    Spannung an der Tastkopfspitze für den unteren
    Messbereich: 0 bis 0,3 V mit der Kalibrierkurve
    (Polynom vierten Grades)*/
}

```

```

lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("Uss="); /*Die Spannung an der Tastkopfspitze voutkorrl wird
                    mit "U ss" abgekürzt*/

lcd.print(voutkorrl); //Ausgabe des korrigierten Spannungswerts
lcd.print(" V, HF "); /*Darstellung der Einheit Volt, durch die Angabe
                    "HF" wird direkt ersichtlich, dass der
                    HF-Messbetrieb gewählt wurde.*/

lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile

//Berechnung der HF-Leistung in dBm
voutkorrl=voutkorrl/2.0/sqrt(2);//Berechnung des Effektivwerts
voutkorrl=voutkorrl*voutkorrl/50.0;
                    //Berechnung der Leistung an 50 Ohm
voutkorrl=10*log10(voutkorrl/0.001);//Berechnung der Leistung in dBm
lcd.print("P="); //Ausgabe der Leistung an 50 Ohm

lcd.print(voutkorrl);
lcd.print(" dBm; uM "); //Angabe des Messbereichs, uM = unterer
                    //Messbereich

delay(1000);
value2=analogRead(2);/*Erneutes Einlesen der Spannung an Eingang A2,
                    damit mit der while-Anweisung geprüft werden
                    kann, welcher Messbereich zu wählen ist*/
val=digitalRead(Switch);/*erneute Abfrage, ob sich die Schalter-
                    stellung HF/NF geändert hat, "Low" bedeutet,
                    dass die Spannung an Eingangspin 7 "0 V"
                    beträgt.*/

if(val==LOW){
lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("NF-Messung ");
lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
lcd.print(" ");
delay(2000);
goto NFMessung;
}

}

/* Die Spannung an A2 - also dem Ausgang des Tastkopfs - ist größer
als 0,3 V, daher wird jetzt die Analogspannung A0 eingelesen,
Verstärkung mit OP2 um Faktor 2. */
value0=analogRead(0); //Einlesen der Analogspannung am
                    //Eingang A0 (OP2)
voutmess0=(value0*vOP2*5.0/2.0)/1023.0;//1023 bit entsprechen 5 V,
                    //Umrechnung auf einen Wert in Volt am Eingang
                    //des OP2

```

```

voutkorr0=0.12732+1.16729*voutmess0-0.01438*voutmess0*voutmess0;
        /*Berechnung der korrigierten
        Spitze-Spitze Spannung an der Tastkopfspitze
        für den oberen Messbereich: 0,3 V bis
        2,23 V */

    if (voutkorr0 > 2.23){
lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("Eingangssignal"); //
        //
lcd.setCursor (0,1);
lcd.print("zu hoch.                ");
delay(3000); //Anzeige bleibt für 3 s
lcd.print("                ");
    }

lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("Uss="); //Die Spannung voutkorr0 wird mit
        //"Uss" abgekürzt.

lcd.print(voutkorr0); //Ausgabe des korrigierten Spannungswerts
lcd.print(" V, HF                "); //Darstellung der Einheit Volt,
        //Hinweis auf HF-Messung

lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
//Berechnung der HF-Leistung in dBm
voutkorr0=voutkorr0/2.0/sqrt(2);//Berechnung des Effektivwerts
voutkorr0=voutkorr0*voutkorr0/50.0;
        //Berechnung der Leistung an 50 Ohm
voutkorr0=10*log10(voutkorr0/0.001);
        //Berechnung der Leistung in dBm
lcd.print("P="); //Ausgabe der Leistung an 50 Ohm

lcd.print(voutkorr0);
lcd.print(" dBm; oM    "); //Angabe des Messbereichs, oM = oberer
        //Messbereich

delay(1000);
val=digitalRead(Switch);
if(val==LOW){
lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("NF-Messung                ");
lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
lcd.print("                ");
delay(2000);
goto NFMessung;
}
goto HFMessung;

```



```

if(val==HIGH){
  lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
  lcd.print("HF-Messung          ");
  lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
  lcd.print("          ");
  delay(2000);
  goto HFMessung;

}

}

/* Die Spannung an A2 - also dem Ausgang des Tastkopfs - ist größer
als 0,3 V, daher wird jetzt die Analogspannung A0 eingelesen,
Verstärkung mit OP2 um Faktor 2 */

value0=analogRead(0); //Einlesen der Analogspannung am
                      //Eingang A0 (OP2)
voutmess0=(value0*vOP2*5.0/2.0)/1023.0;//1023 bit entsprechen 5 V,
                      //Umrechnung auf einen Wert in Volt am Eingang
                      //des OP2

voutkorr0=0.09192+1.18577*voutmess0-0.04652*voutmess0*voutmess0;
                      /*Berechnung der korrigierten
                      Spitze-Spitze Spannung an der Tastkopfspitze
                      für den oberen Messbereich: 0,3 V bis 2,23 V */

if (voutkorr0 > 2.23){
  lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
  lcd.print("Eingangssignal"); //
                      //
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print("zu hoch.          ");
  delay(3000); //Anzeige bleibt für 3 s
  lcd.print("          ");
  }

  lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
  lcd.print("Uss="); //Die Spannung voutkorr0 wird mit
                      //"U ss" abgekürzt.

  lcd.print(voutkorr0); //Ausgabe des korrigierten Spannungswerts
  lcd.print(" V, NF          "); //Darstellung der Einheit Volt

  lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
  lcd.print("oM          "); //Angabe des Messbereichs,
                      //oM = oberer Messbereich

  delay(1000);

```

```
val=digitalRead(Switch);
if(val==HIGH) {
lcd.setCursor (0,0);//Setzen des Cursors auf die erste Zeile
lcd.print("HF-Messung          ");
lcd.setCursor (0,1);//Setzen des Cursors auf die zweite Zeile
lcd.print("                    ");
delay(2000);
goto HFMessung;
}
goto NFMessung;

}
```