

# Relazione attività di laboratorio

- Esercitazione 2 -

Andrea Lops  
Paolo Rotolo  
Laura Loperfido  
Teresa Pantone

19/12/2018

## 1 Incertezza su grandezze dimensionali

### 1.1 Misure con centimetro estensibile

Sapendo che l'incertezza sulle misure col centimetro è:

$$U_l = 2mm \quad (1)$$

Si è calcolata l'incertezza delle relative misure:

$$l_a = 1180 \pm 2mm \quad (2)$$

$$l_v = 1000 \pm 2mm \quad (3)$$

### 1.2 Misure col calibro digitale

Per quanto riguarda invece le misure effettuate col calibro digitale si ha:

$$U_{calibro} = 0.01 + |0.02| = 0.03mm \quad (4)$$

Si è calcolata l'incertezza delle relative misure:

$$w = 30.08 \pm 0.03mm \quad (5)$$

$$h = 3.05 \pm 0.03mm \quad (6)$$

### 1.3 Misure di superfici

Successivamente sono state effettuate le misure indirette con i dati acquisiti:

$$S = h * w = 91.744mm^2 \quad (7)$$

Con relativa incertezza:

$$U_S = S(\frac{U_h}{h} + \frac{U_w}{w}) \quad (8)$$

E quindi:

$$S = 91.7 \pm 1.0mm^2 \quad (9)$$

Invece:

$$S_L = 2l_a(h + w) = 78186.8mm^2 \quad (10)$$

Con relativa incertezza:

$$U_{S_L} = \frac{dS_L}{dl_a}U_{l_a} + \frac{dS_L}{dw}U_w + \frac{dS_L}{dh}U_h = 274.12mm^2 \quad (11)$$

E quindi:

$$S_L = 78200 \pm 300mm^2 \quad (12)$$

### 1.4 Stima del valore del provino in rame

Usando la formula forniteci e i risultati ottenuti precedentemente è stato possibile misurare:

$$R_{X_m} = \frac{\varphi * l_v}{S} = 0.00019183815835\Omega \quad (13)$$

Con la relativa incertezza

$$U_{R_{X_m}} = \varphi \frac{U_{l_v}}{l_v} + \varphi \frac{U_S}{S} \quad (14)$$

$$R_{X_m} = (19183815835 \pm 4)10^{-14}\Omega \quad (15)$$

## 2 Dimensionamento $I_{max}$

Con il seguente programma in Matlab è stato possibile definire  $I_{max}$

```
l = 1.18;
b = 0.00305;
h = 0.03008;

ro = 1.76*10^(-8);
ST = 2*(b+h)*1;
alfa = 0.0042;
k= 10;
Rc= 0.0001;
uRc = 0.01;
Rx = ro*l/(b*h);
Up = 0.0035/100;
Vp = 0.1;

k2 = (alfa*Rx)/(k*ST);
k0 = -uRc*0.05;
k1 = -0.05*Up*Vp*(1/Rc+1/Rx);

I = linspace (5,25,1000);
eT=k2*I.^2;
uRx=k0-k1./I;
plot(I, eT, 'b', I, uRx, 'r')
Ip = find((eT-uRx)>0);
Im=I(Ip(1));
hold on
plot(Im,k2*Im.^2, '*')
xlabel('Imax(A)')
```

Con risultato:

$$I_{max} = 20.82A \quad (16)$$

## 3 Incertezza su grandezze elettriche, metodo voltamperometrico

Per effettuare le misure seguenti sono stati adoperati: il multimetro da banco *Agilent 34410* e il multimetro palmare *U/U1253B*.

### 3.1 Misura diretta della resistenza mediante due morsetti

Adoperando due morsetti si è arrivati alla misurazione della seguente resistenza:

$$R_{X2W} = 0.189\Omega \quad (17)$$

$$U_{R_{X2W}} = [\pm 0.01\%rdg \pm 0.004\%FSO] \quad (18)$$

$$R_{X2W} = 0.189 \pm 0.004\Omega \quad (19)$$

Purtroppo però la misura è *errata* a causa delle resistenze dei due puntali, infatti esse come tutta la cavetteria hanno una resistenza interna. Il problema è fortunatamente di facile risoluzione, compensando i puntali stessi. Ed ecco che si ottiene una misurazione più precisa.

$$R_{X2W_2} = 0.007\Omega \quad (20)$$

$$U_{R_{X2W_2}} = [\pm 0.01\%rdg \pm 0.004\%FSO] \quad (21)$$

$$R_{X2W_2} = 0.007 \pm 0.004\Omega \quad (22)$$

### 3.2 Misura della resistenza mediante quanto morsetti

Quello che si è andato a misurare con quattro puntali è solamente la *caduta di tensione* nel resistore; infatti il flusso di corrente misurato nei puntali è pressochè nullo.

$$R_{X4W} = 0.1909\Omega \quad (23)$$

$$U_{R_{X4W}} = [\pm 0.01\%rdg \pm 0.004\%FSO] \quad (24)$$

$$R_{X4W} = 0.1909 \pm 0.006\Omega \quad (25)$$

### 3.3 Misura di resistenza con il metodo amperometrico

Per ottenere la resistenza  $R_{X_{VA}}$  si è andati a calcolare prima  $I_{VA}$  e poi  $V_{VA}$

$$I_{VA} = 4.9433A \quad (26)$$

$$U_{I_{VA}} = [\pm 0.3\%rdg \pm 10\%FSO] \quad (27)$$

$$I_{VA} = 4.9 \pm 0.5A \quad (28)$$

$$V_{VA} = 0.96mV \quad (29)$$

$$U_{V_{VA}} = [\pm 0.005\%rdg \pm 0.0035\%FSO] \quad (30)$$

$$V_{VA} = 0.96 \pm 0.004mV \quad (31)$$

E successivamente la resistenza:

$$R_{X_{VA}} = \frac{V_{VA}}{I_{VA}} = 0.000194\Omega \quad (32)$$

$$U_{R_{X_{VA}}} = \left( \frac{U_{V_{VA}}}{V_{VA}} + \frac{U_{I_{VA}}}{I_{VA}} \right) R_{X_{VA}} \quad (33)$$

$$R_{X_{VA}} = 0.00019 \pm 0.00002\Omega \quad (34)$$

## 4 Incertezza su grandezze elettriche, metodo di confronto delle cadute di tensione

È stato d'apprima impostato il multimetro come voltmetro e successivamente sono state misurate le tensioni sul provino e sul campione: Prendiamo l'incertezza che ci riguarda per il multimetro:

$$U_V = [\pm 0.0050\%rdg \pm 0.0035\%FSO] \quad (35)$$

E quindi si ottiene:

$$V_X = 0.817 \pm 0.004mV \quad (36)$$

$$V_C = 0.503 \pm 0.004mV \quad (37)$$

### 4.1 Calcolo del rapporto delle tensioni

$$r = V_X/V_C = 1.624 \quad (38)$$

$$U_r = \left( \frac{U_{V_X}}{V_X} + \frac{U_{V_C}}{V_C} \right) r = 0.02086 \quad (39)$$

Otteniamo:

$$r = 1.62 \pm 0.02 \quad (40)$$

### 4.2 Calcolo del valore della resistenza del provino

$$R_{X_{CdT}} = R_c * r = 0.1624m\Omega \quad (41)$$

$$U_{R_{X_{CdT}}} = U_{R_c} * r + R_c * U_r \quad (42)$$

$$R_{X_{CdT}} = 0.1624m\Omega \pm 0.027\mu\Omega \quad (43)$$

### 4.3 Calcolo della resistività del rame

$$\rho_{X_{CdT}} = R_{X_{CdT}} * \frac{S}{l_V} = 1,489 * 10^{-8} \Omega * m \quad (44)$$

$$U_{\rho_{X_{CdT}}} = \frac{S}{l_V} * U_{R_{X_{CdT}}} + \frac{R_{X_{CdT}}}{l_V} * U_S + \frac{S * R_{X_{CdT}}}{l_V^2} * U_{l_V} \quad (45)$$

$$\rho_{X_{CdT}} = (1.489 \pm 0.001) * 10^{-8} \Omega * m \quad (46)$$