TDE 26.02.14 18.41

Es1 $M_{A,i} = [58.6 \quad 59.2 \quad 56.8 \quad 57.9 \quad 58.2 \quad 57.3]\ kg \quad n=6$

1a) Ricavare $M_A \pm u(M_A)$

$$\bar{M}_A = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} M_{A,k} = \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{6} M_{A,k} = 58.0$$

$$u(M_A) = \sqrt{\frac{1}{6\cdot 5}\sum_{k=1}^{6}(M_{A,k}-\bar{M}_A)^2} = 0.355\ kg$$

$$M_A = (58.0 \pm 0.355)\ kg$$

1b) bilancia digitale con portata 150 kg e 300 livelli

$M_D = 58.5\ kg$ esprimere $U(M_D) = k\,u(M_D)$ $k=2$

$$\Delta M_D = \frac{150\ kg}{300\ livelli} = 0.5\ kg$$

$$u_q = u(M_D) = \frac{0.5}{\sqrt{12}} = 0.144 \qquad U(M_D) = 0.289\ kg$$

$$M_D = (58.5 \pm 0.144)\ kg$$

1c) $r_{int} = 20.00(20)\ cm$

$r_{ext} = 21.00(01)\ cm$

$\rho_{Al} = 2.71\ kg/dm^3$

PDF triangolare $\frac{\Delta}{\sqrt{24}}$ semilarghezza $S_{\rho_{Al}} = 50\cdot 10^{-3}\ \frac{kg}{dm^3}$ m del recipiente vuoto?

$$m = \frac{4}{3}\pi\,(R_{ext}-R_{int})^3\cdot\rho_{Al} = 0.0114\ kg$$

$$u(\rho) = \frac{2\,S_{\rho_{Al}}}{\sqrt{24}} = 0.02\ \frac{kg}{dm^3} \qquad \text{sia} \quad A = R_{ext}-R_{int}$$

$$u_r(\rho) = 7.38\cdot 10^{-3}$$

$$u(A) = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial R_{ext}}\right)^2 u^2(R_{ext}) + \frac{\partial A}{\partial R_{int}}u^2(R_{int})} =$$

$$= \sqrt{u^2(R_{ext}) + u^2(R_{int})} = 2\cdot 10^{-5}\ m$$

Allora la relazione funzionale di $m = \frac{4}{3}\pi A^3 \rho_{Al}$

$$u_r(A) = \frac{u(A)}{A} = 2\cdot 10^{-3}$$

$$u_r(m) = \sqrt{9\,u_r^2(A) + u_r^2(\rho_{Al})} = \sqrt{3.609\cdot 10^{-5} + 5.4465\cdot 10^{-5}} = 9.516\cdot 10^{-3}$$

$$u(m) = u_r(m)\cdot m = 1.0898\cdot 10^{-4}\ kg = 0.11\ g$$

$$m = (11.4 \pm 0.11)\ g$$

1d) $\rho_{H_2O} = 1\ kg/dm^3 \pm 10\ mg/dm^3$ M_T - ?

$$M_{H_2O} = V_{H_2O}\cdot\rho_{H_2O} = \frac{4}{3}\pi R_{int}^3\cdot\rho_{H_2O} = 33.51\ kg$$

$$M_T = M_{H_2O} + m = 33.52\ kg$$

Relaz. funzionale $M_T = \frac{4}{3}\pi R_{int}^3\rho_{H_2O} + m$

$$u(M_T) = \left[\left(\frac{\partial M_T}{\partial R_{int}}\right)^2\cdot u^2(R_{int}) + \left(\frac{\partial(M_T)}{\partial\rho_{H_2O}}\right)^2\cdot u^2(\rho_{H_2O}) + \left(\frac{\partial M_T}{\partial m}\right)^2\cdot u^2(m)\right]^{1/2} =$$

$$= \left[\left(\frac{4}{3}\pi\, 3R_{int}^2\rho_{H_2O}\right)^2\cdot u^2(R_{int}) + \left(\frac{4}{3}\pi R_{int}^3\right)^2 u^2(\rho_{H_2O}) + u^2(m)\right]^{1/2} =$$

$$[1.01\cdot 10^{-10} + 1.1229\cdot 10^{-13} + 1.21\cdot 10^{-8}]^{1/2} =$$

$$= 1.105\cdot 10^{-4}\ kg = 0.11\ g$$

$M_A = (58.0 \pm 0.36)$ kg

$M_D = (58.5 \pm 0.149)$ kg

$M_T = (47.8 \pm 2.9)$ kg ⚠

compatibilità tra le misure

$M_A - M_D$ $\quad |M_A - M_D| \le k\sqrt{u^2(M_A) + u^2(M_D)}$

$0.5 \le k \cdot 0.3877 \rightarrow k \geq 1.28 \rightarrow$ $k=2$ ✓

$M_A - M_T$ $\quad |M_A - M_T| \le k\sqrt{u^2(M_A) + u^2(M_T)}$ ⊗

$10.2 \le k \cdot 2.922 \longrightarrow k \geq 3.49$

$M_D - M_T$ $\quad |M_D - M_T| \le k\sqrt{u^2(M_D) - u^2(M_T)}$ ⊗

$10.7 \le k \cdot 2.90 \quad k \geq 3.685$

$\boxed{\text{Es2}}$ Voltmetro a doppia rampa a $4\frac{1}{2}$ cifre con dinamica da 0 a 19.9999 V opera con un orologio interno a $f_c = 2$ MHz

2a) $T_u = 20$ ms $\quad f_1 = 700$ Hz $\quad$ calcolare la reiezione ai disturbi

$f_2 = 723$ Hz

$$r_1 = \frac{\pi f_1 T_u}{|\sin(\pi f_1 T_u)|} = \frac{14\pi}{|\sin(14\pi)|} \longrightarrow \infty$$

$$r_2 = \frac{\pi f_2 T_u}{|\sin(\pi f_2 T_u)|} = \frac{\frac{723}{50}\pi}{\left|\sin\left(\frac{723}{50}\pi\right)\right|} = \frac{\frac{723}{50}\pi}{0.992} = 45.79$$

in ampiezza

$$\boxed{r_{2\,dB} = 20\log_{10}(r_2)} = 33 \text{ dB}$$

2b) Calcolare la risoluzione di misura, V_r e # massimo di conteggi

$\delta = 4\frac{1}{2}$

$$\Delta = \frac{10}{10^4} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 1 \text{ mV} \qquad N = \frac{D}{\Delta} = \frac{20}{1 \cdot 10^{-3}} = 20.000 \text{ conteggi}$$

$$N_D = \frac{1}{2}N = 10000 \text{ conteggi}$$

$$T_u = N_u \cdot T_c \rightarrow N_u = \frac{T_u}{T_c} = T_u \cdot f_c = 40\,000$$

$$V_x = -V_r\frac{T_D}{T_u} = -V_r\frac{N_D \cancel{T_c}}{N_u \cancel{T_c}} = -\frac{V_r N_D}{N_u} \longrightarrow -V_r N_D = V_x N_u$$

$$V_r = -V_x\frac{N_u}{N_D} = 40\text{V} \quad ✓$$

$V_x = 20$ V

max di conteggi è 40.000 conteggi

2c) la massima frequenza di conversione e # di bit?

$$T_M = T_D + T_u = T_c(N_u + N_D) = \frac{N_u + N_D}{f_c} = 0.03 \text{ s}$$

$$f_M = \frac{1}{T_M} = 33.33 \text{ sa/s}$$

$$n = \log_2 N_{MAX} \cong 15.28 = 16 \text{ bit}$$

Es 3 Oscill. analogico.

Segnale impulsato 100 kHz con duty cycle di 5 1%

gli impulsi sono riferiti a massa e sono ampi $A = 12\ mV$

Il tempo di salita e discesa dell'impulso è 20 ns

3a) Caratteristiche dell'oscill osc. analogico?

sezione deflet. verticale

CH1: accoppiamento in AC / DC è indifferente poiché non si ha componente continua del segnale → qua dice DC se no non viene visualiz

$C_y = \frac{A}{8} = 1.5\ mV/div$ scegliamo 2mV / div

vertical position → in basso su $y=0$

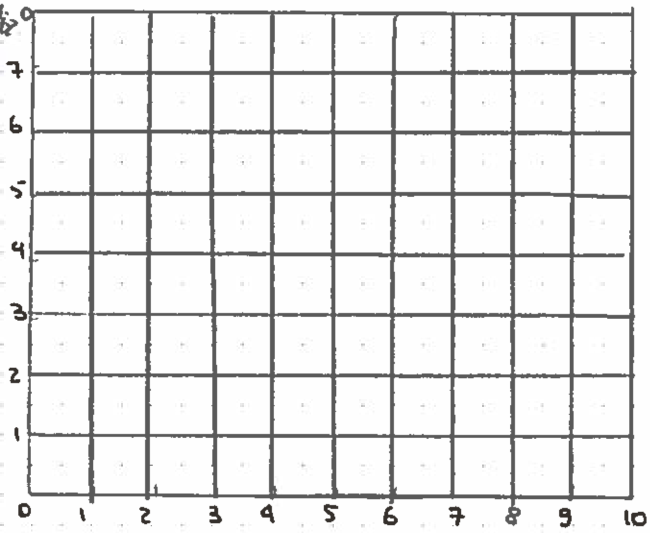
sez. deflett. orizzontale

trigger → LINE poiché gli impulsi sono troppo rapidi, però line non riesce a starci dietro quindi trigger su CH 1

slope +

$T_s = 1 \cdot 10^{-5}\ s$

$C_x = \frac{T_s}{10} = 1\ \mu s/div$ → non va bene !!!



Ora, il punto è che abbiamo un oscilloscopio analogico e il segnale di ingresso è molto veloce, il tempo di salita del segnale è 20 ns.

$t_{mis}^2 = t_{rise}^2 + t_{osc}^2$ → t_{osc} deve essere sicuramente minore di 20 ns.

poiché $t_{osc} = \frac{k}{B} = \frac{0.35}{B}$ $\quad 20\ ns = \frac{0.35}{B}$ → $B = \frac{0.35}{20\ ns} = 17.5\ MHz$

la Banda deve essere sicuramente maggiore di 17.5 MHz

Chiediamo una banda di 100 MHz per essere sicuri.

3b) Si disegni un singolo impulso a schermo pieno. non capisco la faccenda del duty cycle

3c) Le prime armoniche si possono considerare di ampiezza costante pari a $2A\delta$

Si imposti un AS con NF = 24 dB per visualizzare le prime 2 armoniche

dunque la prima a 100 kHz e la seconda a 200 kHz

$A_1 = 2A\delta = 2 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0.01 = 0.24\ mV$ → $V_{eff} = \sqrt{2}\, V_p$ $\quad A_1$ è V_p dunque $A_{1eff} = \frac{A_1}{\sqrt{2}}$

Se $R_{in} = 50\Omega$ (solitamente)

Allora $P = \frac{A_1^2}{2 R_{in}} = \frac{(0.24 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 50} = 5.76 \cdot 10^{-10}\ W$ $\qquad P_{dBm} = 10 \log_{10}\left(\frac{P}{1mW}\right) = -63\ dBm$

$P_T = P_T \cdot RBW \cdot NF$ ma non abbiamo il fattore RBW

Imposto RL (reference level) a -40 dB
Poiché vogliamo visualizzare con un certo margine le 2 armoniche
imposto $f_{start} = 50$ kHz e $f_{stop} = 250$ kHz $\Delta f = SPAN = 200$ kHz

$\boxed{RBW = \frac{\Delta f}{100\,div}}$ ove Δf è la distanza tra i 2 segnali

Scegliamo ~~[illegible]~~ di RBW

di $RBW = 1$ kHz $\boxed{RBW_{dB} = 10\log_{10}(RBW)} = 30$ dB

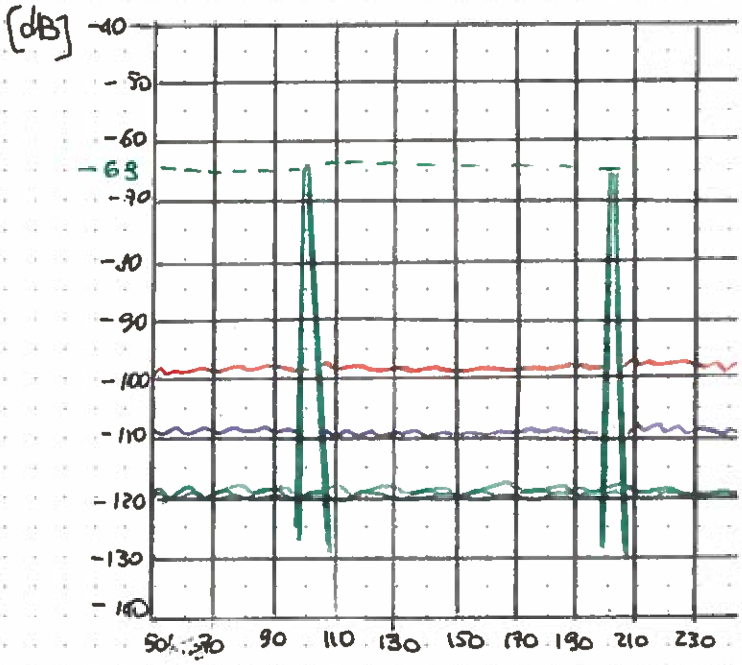
così

$$P_{FLOOR} = P_T \cdot RBW \cdot NF = -174\text{ dBm} + 30\text{ dB} + 24\text{ dB} = -120\text{ dBm}$$

$P_S = -63$ dB

$f_{start} = 50$ kHz $f_{stop} = 250$ kHz

$A_x = \frac{\Delta f}{10} = 20$ kHz/div



Impostando RBW diverse si ottiene

- $RBW = 10$ kHz → $P_{FLOOR} = -110$ dB
  $RBW_{dB} = 40$ dB
- $RBW = 100$ kHz
  $RBW_{dB} = 50$ dB $P_{FLOOR} = -100$ dB

⚠ Si sceglie RBW come? In base a che criterio? (se non si ha lo ST)

TDE 26.07.14

Ese 1a) $m_{a_i} = [58.6;\ 59.2;\ 56.8;\ 57.9;\ 58.2;\ 57.3]\ kg \qquad n = 6$

$$\bar{m}_e = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} m_{a,k} = 58\,kg \qquad u(m_a) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{k=1}^{n}(m_{a,k}-\bar{m}_e)^2} = 0.355\,kg$$

$m_e = (58 \pm 0.355)\,kg$

1b) $m_{FS} = 150\,kg$

$N = 300$ celle

$m_d = 58.5\,kg$

$$\Delta m_d = \frac{m_{FS}}{N} = 0.5\,kg$$

$$u_q(m_d) = \frac{\Delta m_d}{\sqrt{12}} = 0.144\,kg$$

$m_d = (58.5 \pm 0.144)\,kg$

1c) $r_{int} = 20.00(20)\,cm$

$R = 21.00(01)\,cm$

$\rho = 2.71\,kg/dm^3$

PDF triangolare di semilarghezza $\delta_\rho = 50\cdot 10^{-3}\,kg/dm^3$

$u(r_{int}) = 0.20\,cm = 0.2\cdot 10^{-2}\,dm$

$u(R) = 0.01\,cm = 0.01\cdot 10^{-2}\,m$

$$m_c = \frac{4}{3}\pi\left(R_{ext}^3 - R_{int}^3\right)\cdot\rho = \frac{4}{3}\pi\ \cancel{(\ldots)}\cdot 2.71\,\frac{kg}{dm^3} = \cancel{0.01135\,kg} = 14.31\,kg$$

$\cancel{R_{ext} - R_{int} = \ldots = 0.1\,dm}$

$(R_{ext}^3 - R_{int}^3) = A = 1.261\,dm^3$

$u(A) = \sqrt{9R_{ext}^2\cdot u^2(R_{ext}) + 9R_{int}^2\cdot u^2(R_{int})} = 0.126\,dm^3$

$$u(\rho) = \frac{2\,\delta_\rho}{\sqrt{24}} = 0.0204\,kg/dm^3$$

$\cancel{u_r(m_c) = \sqrt{u_r^2(\rho) + 9u_r^2(R_{int}) + 9u_r^2(R_{ext})} = 0.030963}$

$u_r(A) = 0.1$

$u_r(\rho) = 7.528\cdot 10^{-3}$

$u_r(R_{int}) = 0.01$

$u_r(R_{ext}) = 4.7619\cdot 10^{-4}$

$u_r(m_e) = \sqrt{u_r^2(A) + u_r^2(\rho)} = 0.1$

$u(m_c) = 1.435$

$\cancel{u(m_e) = 0.4431\,kg}$

$m_e = (14.31 \pm 0.4431)\,kg$

1d) $\rho_{H_2O} = 1\,kg/dm^3 \pm 10\,mg/dm^3$

m_T - ?

$m_T = m_e + m_{H_2O}$

$m_{H_2O} = \frac{4}{3}\pi R_{int}^3\,\rho_{H_2O} = 33.51\,kg$

$m_T = 47.82\,kg$

$u_r(m_{H_2O}) = \sqrt{9u_r^2(R_{int}) + u_r^2(\rho_{H_2O})} = 0.03$

$u_r(R_{int}) = 0.01$

$u_r(\rho_{H_2O}) = 1\cdot 10^{-5}$

$u(m_{H_2O}) = 1.005\,kg$

$u(m_T) = \sqrt{u^2(m_{H_2O}) + u^2(m_c)} = 1.75\,kg$

$m_T = (47.82 \pm 1.75)\,kg$

1e) Compatibilità ?

$|m_a - m_d| \le k\sqrt{u^2(m_a)+u^2(m_d)}$ $k \geq 1.3$ comp. con $k=2$

$|m_a - m_T| \le k\sqrt{u^2(m_a)+u^2(m_T)}$ $k \geq 5.7$ no

$|m_d - m_T| \le k\sqrt{u^2(m_d)+u^2(m_T)}$ $k \geq 5.981$ no

$\boxed{\text{Es 2}}$ Voltmetro a doppia rampa $\delta = 4\frac{1}{2}$ cifre e $D = 19.999$ V
$f_c = 2$ MHz
↑ unipolare

2a) $T_u = 20$ ms
reiezione a $f_1 = 700$ Hz $f_2 = 723$ in dB

$$r_1 = \frac{\pi f_1 T_u}{|\sin(\pi f_1 T_u)|} = \frac{14\pi}{|\sin(14\pi)|} = \infty$$ reiezione infinita

$$r_2 = \frac{45.42742947}{0.992} = 45.788 = 33.22 \text{ dB}$$

2b) ΔV ; V_r ; N_u ; $N_{D,MAX}$

$$\Delta V = \frac{10}{10^4} = 10^{-3} = 0.001 \text{ V} = 1 \text{ mV}$$

$$T_c = \frac{1}{f_c} = 5 \cdot 10^{-7} = 0.5\,\mu s$$

$$\boxed{N = \frac{D}{\Delta V}} = 19999 \text{ livelli} = 20000 \text{ livelli}$$

$$\boxed{n = \log_2 N} \simeq 15 \text{ bit}$$

$$T_u = N_u T_c \rightarrow N_u = \frac{T_u}{T_c} = 40000 \text{ livelli}$$

$$V_{MAX} = -V_r \frac{N_{DMAX}}{N_u} \longrightarrow N_u V_{MAX} = -V_r N_{DMAX}$$

$$V_{MAX} = V_{FS} = 19.999 \text{ V}$$

$$\boxed{V_r = -V_{MAX}\frac{N_u}{N_{DMAX}}} = 40 \text{ V}$$

$$T_{mis} = T_u + T_b \rightarrow \boxed{f_{mis} = \frac{1}{T_u + T_b}} \longrightarrow = 33.33 \text{ Hz}$$

$\boxed{\text{Es 3}}$ Si ha un segnale impulsato a $f = 100$ kHz con DC = 1%
$A_p = 12$ mV ;
$t_s = 20$ ns

3a) Caratt. dell'oscilloscopio analogico ;

$$t_{r_{osc}} = \frac{0.35}{B} \qquad t_s^2 = t_{rise}^2 + t_{osc}^2 \rightarrow t_{osc} \geq t_s = 20 \text{ ns}$$

ma allora la Banda $B \geq 18$ MHz scelgo una $B = 70$ MHz

$$t_s = \sqrt{(20 \cdot 10^{-9})^2 + \cancel{\ldots}} = \cancel{\ldots}\ 20.61 \cdot 10^{-9} s = 20.61\ s$$

$t_{osc} = 50$ ns

3b) "impostazioni per vedere un impulso

$$T_i = \frac{1}{f} = 10\,\mu s$$

• sezione di deflessione verticale

Accoppiamento : AC o DC non cambia nulla

$T = 10 \mu s$

poiche $DC = 1\% = 0.01$ allora $T_{impulso} = 91 \mu s = 100\ \mu s$

$$C_y = \frac{A}{8} = \frac{12 \cdot 10^{-3} V}{8} = 1.5 \cdot 10^{-3}\ V/div \rightarrow C_y = \frac{2mV}{div}$$

livello di zero : nulla divisione nulla

• sez. deflex. orizzontale

trigger su CH_1 poco più di 0 V

$$C_x = \frac{100 \mu s}{10} = 10 \mu s / div$$

slope +

3c) si imposti l'AS per vedere le prime 2 armoniche

$f_1 = 100\ kHz$ $\quad A_1 = ~~\text{[illegible]}~~\ 0.24\ mV$

$f_2 = 200\ kHz$ $\quad A_2 = 2A8 = 0.24\ mV$

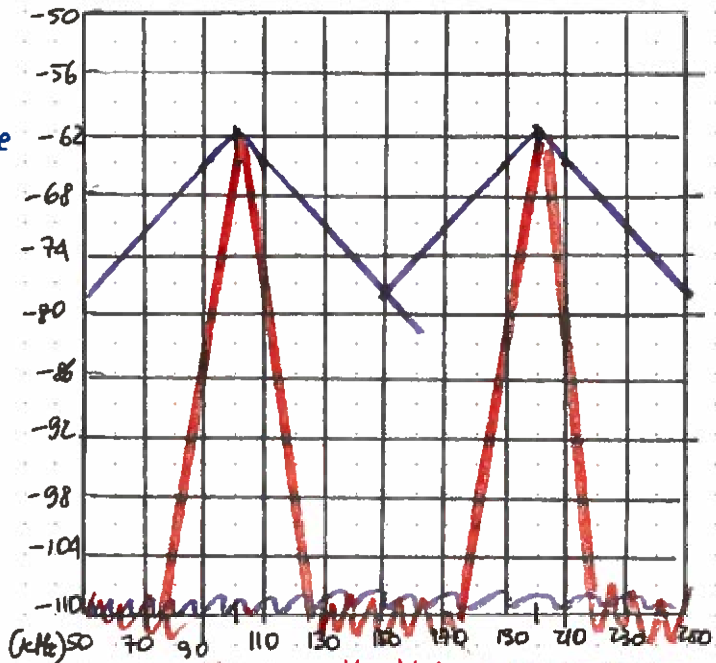
~~$f_3 = 400\ kHz$ $\quad A_3 = 0.24\ mV$~~

$NF = 24\ dB$ $\qquad R_{in} = 50\Omega$

$$\Delta f = 100\ kHz \rightarrow RBW = \frac{100\ kHz}{10 div} = 10\ kHz$$

$$A_{eff} = \frac{A_{1p}}{\sqrt{2}} ; \qquad A_p = A_1$$

$$P_1 = \frac{A_1^2}{2R_{in}} = 5.76 \cdot 10^{-10} \longrightarrow P_{1\,dBm} = -62\ dBm$$



$V_{rete} = 220V = V_{eff}$

$V_p = V_{eff} \cdot \sqrt{2} \longrightarrow \boxed{V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}}$

$$P_2 = \frac{A_2^2}{2R_{in}} = 5.76 \cdot 10^{-10} \qquad P_{2\,dBm} = -62\ dBm$$

$$P_{FLOOR} = P_{T(dBm)} + RBW_{dBHz} + NF_{dB} = -174 + 40 + 24 = -110\ dBm$$

$RBW_{dBHz} = 40\ dBHz$

$RL = -50\ dBm$

$A_y = 6\ dBm / div$

$$A_x = \frac{SPAN}{10} = 20\ kHz / div$$

$f_{START} = 50\ kHz$

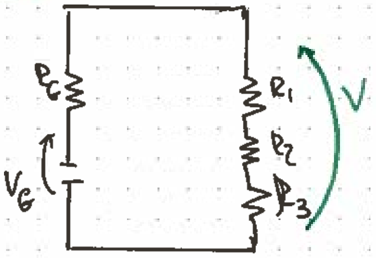
$f_{STOP} = 250\ kHz$

$RBW = 1\ kHz$

$P_{FLOOR} = -174 + 24 + 30 = -120\ dBm$

TDE 26.06.13 4:50

Es1 Si vuole determinare V ; $V_G = 9V$ con incertezza estesa al 97.7% 0.6 V



$R_G = 50\Omega$ con 4% di incertezza

$R_1 = 100\Omega$ $\quad U(R_1) = 6\Omega$ $\quad k = 3$

$R_2 = 50.(2)\Omega$

$R_{3,i} = [53 \quad 46 \quad 47 \quad 54]\Omega$

$n = 4$

1a) R_3 e la sua incertezza tipo

$$\bar{R}_3 = \frac{1}{4}\sum_{k=1}^{4} R_{3,k} = 50\Omega$$

$$u(R_3) = \sqrt{\frac{1}{12}\sum_{k=1}^{4}(R_{3,k} - \bar{R}_3)^2} = 2.04\Omega$$

categoria A

$$\boxed{R_3 = [50 \pm 2.0]\Omega}$$

1b) V_G, R_G, R_1, R_2 ?

$$U(V_G) = k \cdot u(V_G) \rightarrow u(V_G) = \frac{0.6V}{3} = 0.2V$$

$$\boxed{V_G = [9.0 \pm 0.2]V}$$

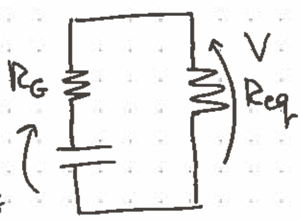
$$u_r(R_G) = 0.04 \rightarrow u(R_G) = 0.04 \cdot 50 = 2\Omega \qquad \boxed{R_G = [50 \pm 2]\Omega}$$

$$U(R_1) = k\,u(R_1) \rightarrow u(R_1) = \frac{6}{3} = 2\Omega \qquad \boxed{R_1 = [100 \pm 2]\Omega}$$

$$u(R_2) = 2\Omega \qquad \boxed{R_2 = [50 \pm 2]\Omega}$$

1c) Si ricavi V

Si ha un partitore di tensione



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 200\Omega$$

$$u(R_{eq}) = \sqrt{u^2(R_1) + u^2(R_2) + u^2(R_3)} = 3.5\ V$$

$$V = V_G \frac{R}{R + R_G} = 9 \cdot \frac{200}{200 + 50} = 7.2V$$

$$u(V) = \left[\left(\frac{\partial V}{\partial V_G}\right)^2 \cdot u^2(V_G) + \left(\frac{\partial V}{\partial R}\right)^2 \cdot u^2(R) + \left(\frac{\partial V}{\partial R_G}\right)^2 \cdot u^2(R_G)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\left[\frac{R}{R + R_G}\right]^2 \cdot (0.2)^2 + \left[V_G \frac{R_G}{(R + R_G)^2}\right]^2 (3.5)^2 + \left(V_G \frac{R}{(R + R_G)^2}\right)^2 \cdot 2^2\right]^{\frac{1}{2}} =$$

$$\frac{\partial V}{\partial R} = \frac{V_G (R + R_G) - V_G R}{(R + R_G)^2} = V_G \left(\frac{R + R_G - R}{(R + R_G)^2}\right) = V_G \frac{R_G}{(R + R_G)^2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial R_G} = \frac{0 - V_G R}{(R + R_G)^2} = -V_G \frac{R}{(R + R_G)^2}$$

$$= \left[\frac{16}{625} + 6.3504 \cdot 10^{-4} + 3.31776 \cdot 10^{-3}\right]^{\frac{1}{2}} = 0.17\ V$$

$V = [7.2 \pm 0.17]\ V$

1d) Voltmetro digitale a $\delta = 2\frac{1}{2}$ cifre con $D = \pm 99.5\ V$

$V_V = 7.0\ V$

$\Delta = 0.5\ V$

$$u_q = \frac{\Delta}{\sqrt{12}} = 0.15\ V$$

$V_V = [7.0 \pm 0.15]\ V$

1e) Si valuti la compatibilità e si calcoli la miglior stima

$$|V - V_V| \leq k\sqrt{u^2(V) + u^2(V_V)}$$ compatibilità tra 2 misure

$0.2 \leq k \cdot 0.27 \rightarrow k \geq 0.88 \longrightarrow$ compatibili con $\underline{\underline{k=1.}}$

miglior stima

$$V_M = \frac{\frac{V}{u^2(V)} + \frac{V_V}{u^2(V_V)}}{\frac{1}{u^2(V)} + \frac{1}{u^2(V_V)}} = \frac{560.25}{79} = 7.09\ V$$

$$u(V_M) = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{u^2(V)} + \frac{1}{u^2(V_V)}}} = 0.135\ V$$

$V_M = [7.09 \pm 0.12]\ V$

Es 2 DAQ con $G_i = 0.5, 1, 10, 100$

2a) AD con dinamica unipolare 0; +5 V

V_1: segnale di banda massima $f_1 = 100$ kHz, $V_{pp} = 600$ mV a valor medio 1 V
$\Delta V = 0.1$ mV

V_2: onda quadra di livelli 0; 5 V $f_2 = 5$ kHz di cui si vogliono almeno 20 punti per periodo

V_3: termocoppia con sensibilità di $S = 50\ \mu V/°C$ impiegato a misurare $T = 500°C$ con $u(T) \le 0.1°C$

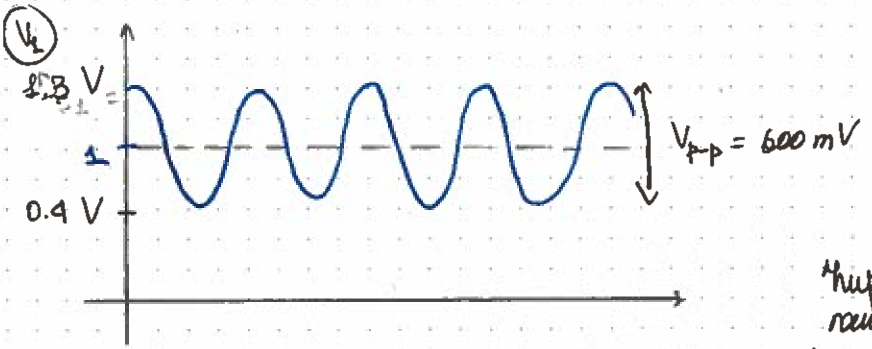
Collegniamo i canali in modalità differenziale, allora abbiamo bisogno di 6 canali.

$f_1 = 100$ kHz $\quad f_{c1} = 200$ kHz

$f_2 = 5$ kHz $\quad f_{c2} = 100$ kHz $\quad f_c \geq 2 f_{max}$

$f_3 \to$ termocoppie $\quad f_c \geq 200$ kHz a canale $\longrightarrow f_{c_{DAQ}} = 600$ kHz

(V_1)



Dinamica del segnale: 700 mV a 1300 mV

Impongo $G_1 = 1$ altrimenti esco dal range di 0 - 5 Volt

Il numero di livelli richiesto è $N = \frac{D_{AD}}{G_1 \cdot \Delta V_1} = \frac{5\ V}{0.1 \cdot 10^{-3} V} = 50000$ livelli

Numero di bit richiesti: $n = \log_2 N = 15.6 = 16$ bit

(V_2) Dinamica del segnale 0-5 V, possiamo imporre $G_2 = 1$ oppure $G_2 = 0.5$ per inquadrare l'onda quadra meglio.
Non ci sono richieste sulla risoluzione

(V_3) $u(T) \le 0.1°C \to$

$\boxed{V_3 = \Delta T \cdot S} = 500°C \cdot 50\ \mu V/°C = 0.025\ V = 25\ mV$

Scegliamo $G_3 = 100$

$u(V) = u(T) \cdot S = 0.1°C \cdot 50\ \mu V/°C = 5 \cdot 10^{-6}\ V = \frac{\Delta}{\sqrt{12}} \to \Delta = 0.17\ \mu V$

$$N = \frac{D_{AD}}{G_3 \cdot \Delta V} = \frac{5}{100 \cdot 0.17 \cdot 10^{-6}} = 294118 \text{ livelli}$$

$n = \log_2 N = 18$ bit

Abbiamo bisogno di una DAQ a 18 bit con $f_c = 600 \frac{kSa}{s}$ con 3 CH in differenziale

2b) Quale ADC è impiegato? → ad approx successive

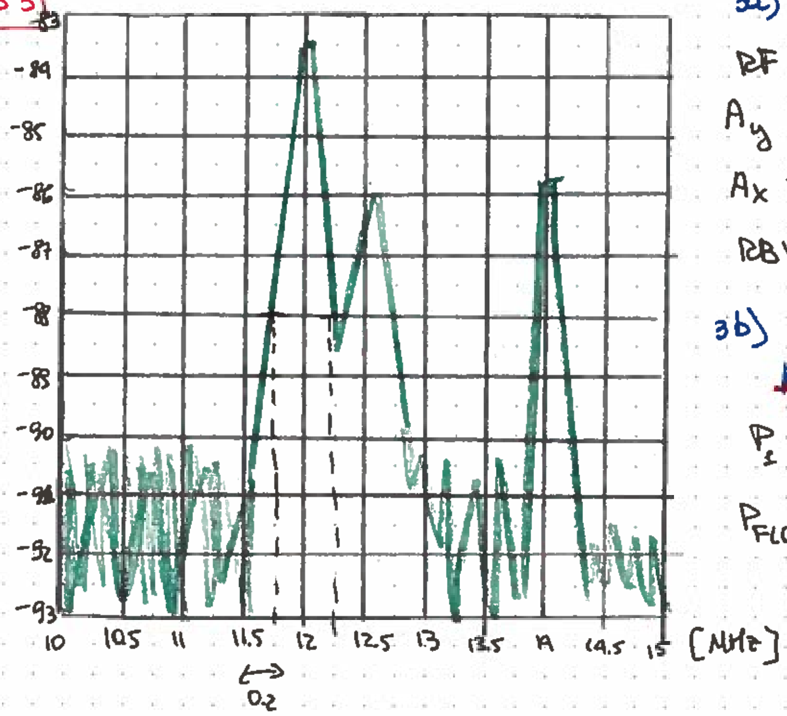
2c) V_1 $f_1 = 10\ MHz$ $V_{pp} = \pm 1\ V$

$f_c \geq 2 f_1 = 20\ MHz \longrightarrow f_{c_{DAQ}} = 60\ MHz = 60 \frac{MSa}{s}$

Si dovrebbe usare un flash poiché deve avere un convertitore a frequenza di conversione alta

2d) conseguenze? poca accuratezza, fino a 8bit

Es3



3a) si deducono le impostazioni scelte dall'utente

RF = -83 dB

$A_y = 1\ dB/div$

$A_x = 0.5\ MHz/div$

RBW = 0.2 MHz = 200 kHz

3b) Quanto vale il rapporto segnale rumore per il segnale più ampio?

$P_s = -84.5\ dB$

$P_{FLOOR} = -92.5\ dB$

$\boxed{S/R = P_{FLOOR(dB)} - P_{s(dB)}} =$

$= -92.5\,dB - (-84.5)\,dB = 8\,dB$

3c) Si stimi il tempo di scansione e NF

$$\boxed{ST = \frac{3\ SPAN}{(RBW)^2}} = \frac{3 \cdot 5\ MHz}{4 \cdot 10^{10}\ Hz} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^{10}} = 0.375\ ms$$

dove con 3 si tiene conto del tempo di risposta del filtro quasi gaussiano dell'AS

NB per determinare RBW dal segnale, si deve tenere conto che ad altezza a metà proiettata su x, ecco le distanze tra la proiezione e la frequenza a cui sta la potenza mi dà la RBW

$P_{FLOOR} = P_T \cdot RBW \cdot NF = -174\ dB_m + 53\ dB + NF_{dB} = -92\ dB \rightarrow NF = -92 + 174\ dB_m - 53$

$RBW_{dB} = 10 \log_{10}(RBW) =$

NF = 29 dB

3d) meno rumore? → aumentando l'RBW altrimenti diminuire il video bandwidth

Es4 Si ha un oscilloscopio analogico a 2 canali con banda $B = 100$ MHz
Si osserva $V_s(t) = V_0 \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$ e l'uscita di un comparatore invertente con soglia a 0V; $t_s = 10$ ns e livelli di uscita 0V e 5V
All'ingresso del comparatore è posto il segnale V_s
$V_0 = 3V$ $f_0 = 2MHz$ $\varphi = 543$ mrad

4a) Si scelgano le impostazioni

V_1: $V_s = V_0 \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$ $V_0 = 3V$ $f_0 = 2MHz$ $\varphi = 543 \cdot 10^{-3}$ rad
V_2: comparatore invertente con $t_s = 10ns$ e livelli di uscita 0 e 5 V

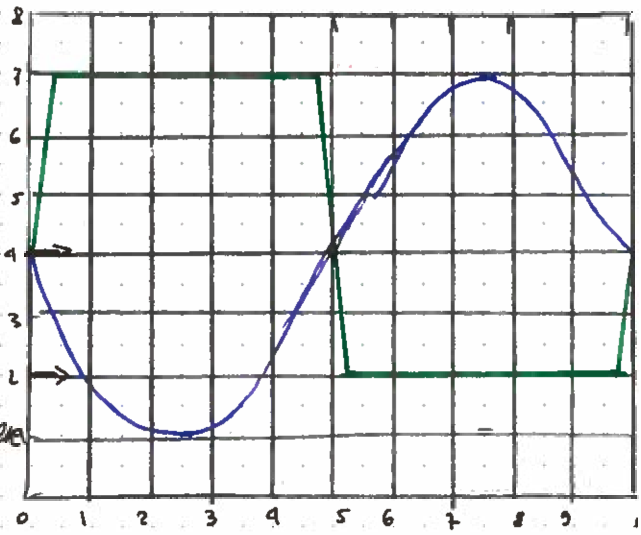
• sezione deflessione verticale

In entrambi i segnali non abbiamo componente continua del segnale dunque è indifferente se accoppiamo in AC/DC. Scegliamo di accoppiare comunque in AC.
Il primo segnale è una sinusoide con $V_p = 3V$; $V_{pp} = 6V$
Non amplifichiamo nessuno dei 2 segnali poiché già adatti alla dinamica dell'osc
$D_{V_1} = \pm 3V$; $D_{V_2} = 0\_5$ V
Calcoliamo i coefficienti di deflessione verticale.

CH1: $V_s = V_0 \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$
CH2: onda quadra

$C_{y,1} = \frac{6V}{8div} = 0.75$ V/div scegliamo $C_{y,1} = 1$ V/div

$C_{y,2} = \frac{5V}{8div} = 0.625$ V/div scegliamo $C_{y,2} = 1$ V/div
Vertical position: al centro dello schermo



• sezione deflessione orizzontale
Poiché all'ingresso del comparatore viene messo V_s vuol dire che la frequenza dell'onda quadra è sempre 2 MHz.
Scegliamo come sorgente di sincronizzazione (trigger) il canale CH2 in modalità automatica, slope +
poiché i 2 segnali sono molto veloci e sincroni, la modalità di visualizzazione di multi traccia da scegliere è alternated

Coefficiente di deflessione orizzontale: $C_x = \frac{T_s}{10} = \frac{1}{f_s 10} = 50$ ns/div

4b) Si calcoli il tempo di salita dell'onda quadra nell'oscill.

$$t_{mis} = \sqrt{t_s^2 + t_{osc}^2} = 10.6 \text{ ns}$$

$$t_{osc} = \frac{0.35}{B} = 3.5 \text{ ns}$$

NB CH1: livello di zero lo impostiamo sulla 4° divisione verticale
CH2: livello di zero sulla seconda divisione verticale

NB Si deve scegliere sempre il trigger nel segnale con fronte di salita più rapido e segnale stabile

TDE 27.02.13

$\boxed{Es1}$ Un'azienda produce sfere di diametro d

1) misure con calibro decimale di $\Delta = \frac{1}{10} mm = \frac{1}{10} \cdot 10^{-3} m = 1 \cdot 10^{-4} m$

$d = 8.0\ mm = 8.0 \cdot 10^{-3}\ m = 8.0 \cdot 10^{-2}\ dm$

valori campioni $\rightarrow \rho = 7.5 \frac{kg}{dm^3}$ e $\rho = 8.0 \frac{kg}{dm^3}$

1a) incertezze assolute e relative di ρ e d

(d) $d = 8.0 \cdot 10^{-3}\ m$ $\quad \Delta = 1 \cdot 10^{-4}\ m$ $\quad u(d) = u_q(d) = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{12}} = 2.89 \cdot 10^{-5}\ m$

$= \frac{\Delta}{\sqrt{12}}$

$u_r(d) = \frac{u(d)}{d} = 3.62 \cdot 10^{-3}$

$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 7.75 \cdot \frac{kg}{dm^3}$ $\quad \Delta\rho = 0.5 \frac{kg}{dm^3}$ $\quad u(\rho) = \frac{\Delta\rho}{\sqrt{12}} = 0.144 \frac{kg}{dm^3}$

$u_r(\rho) = \frac{u(\rho)}{\rho} = 0.0186$

1b) m e l'incertezza su m con k=3

$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 2.078 \cdot 10^{-3}\ kg$

Poiché la relazione funzionale di m è una semplice produttoria e le misure sono scorrelate allora possiamo calcolare $u_r(m)$ come segue:

$$u_r(m) = \sqrt{u_r^2(\rho) + 9\, u_r^2(R)} = 0.0215$$

$u(m) = u_r(m) \cdot m = 4.48 \cdot 10^{-5}\ kg$

$U(m) = k\, u(m) = 1.34 \cdot 10^{-4}\ kg$

1c) $m_{d,i} = [2.0 \quad 2.2 \quad 2.0 \quad 2.1 \quad 2.2]\ g$ $\quad n=5$ si ricavi m_d e la sua incertezza tipo

$\bar{m}_d = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^{5} m_{d,k} = 2.1\ g$

$u(m_d) = \left[\frac{1}{20} \sum_{k=1}^{5} (m_{d,k} - \bar{m}_d)^2\right]^{1/2} = 0.0447\ g$

$m_d = (2.1 \pm 0.0447)\ g$

$\boxed{NB}$ $m_a = (2.078 \pm 0.0448)\ g$

1d) valutare la compatibilità tra le misure

$|m_a - m_d| \le k \sqrt{u^2(m_a) + u^2(m_d)}$

$0.022 \le k \cdot 0.0633$ $\quad k \ge 0.35 \rightarrow k = 1$

Es2 $d = \frac{k}{V_{out}}$ $k = 25\ V \cdot cm$ per distanze comprese tra 10cm e 50cm

l'ampiezza della tensione in uscita viene aggiornata ogni 0.1 ms

lo strumento viene alimentato a bassa tensione : 4.5 V (unipolare)

2a) Indicare le caratteristiche della DAQ per poter acquisire contemporaneamente la tensione di alimentazione e l'uscita analogica con un'incertezza inferiore a 600 µV usando lo stesso guadagno per ogni canale.

la distanza media $d = \frac{10cm + 50cm}{2} = 30\ cm = 30 \cdot 10^{-2}\ m = 0.3\ m$

con $\Delta d = 0.2\ m$

$V_{out} = \frac{k}{d} = \frac{25\ V \cdot cm}{30\ cm} = 0.833\ V$ media

$V_{out}(min) = \frac{k}{50cm} = \frac{25\ V\ cm}{50cm} = \frac{1}{2}\ V = 0.5\ V$

$V_{out}(max) = \frac{k}{10cm} = \frac{25\ V\ cm}{10cm} = 2.5\ V$

dunque la dinamica di V_{out} è da 0.5V a 2.5V

$V_{alim} = 4.5V$

$D_{ADC} = 0;5V$ unipolare.

Utilizziamo guadagno $G = 1$

Ci viene chiesta un'incertezza $u(V_x) \leq 600\ \mu V = \frac{\Delta}{\sqrt{12}}$ che dunque può essere un errore di quantizzazione

e allora $\Delta = 600\ \mu V \cdot \sqrt{12} = 2.078 \cdot 10^{-3}$

$N = \frac{D_{ADC}}{\Delta} = \frac{5}{2.078 \cdot 10^{-3}} = 2405.6 \simeq 2406$ livelli.

Il numero di bit richiesti è $n = \log_2 N = 11.23 \simeq 12\ bit$ 2.5 p.

la scheda deve disporre di 2 canali

la tensione di alimentazione ha una $f = 50\ Hz$, che è $f_{V_{in}}$

$f_{V_{out}} = \frac{1}{T_{refresh}} = 1 \cdot 10^{10}\ Hz = 10\ MHz$

$f_c \geq 2 f_{max} = 20\ MHz$

la scheda deve campionare almeno a 20 MHz ✓

2b) $V_{out} = [2.49\ ;\ 0.97\ \ 0.51]\ V$ in corrispondenza di $d = [10;\ 25;\ 50;]\ cm$

Intendiamo tarare il sensore

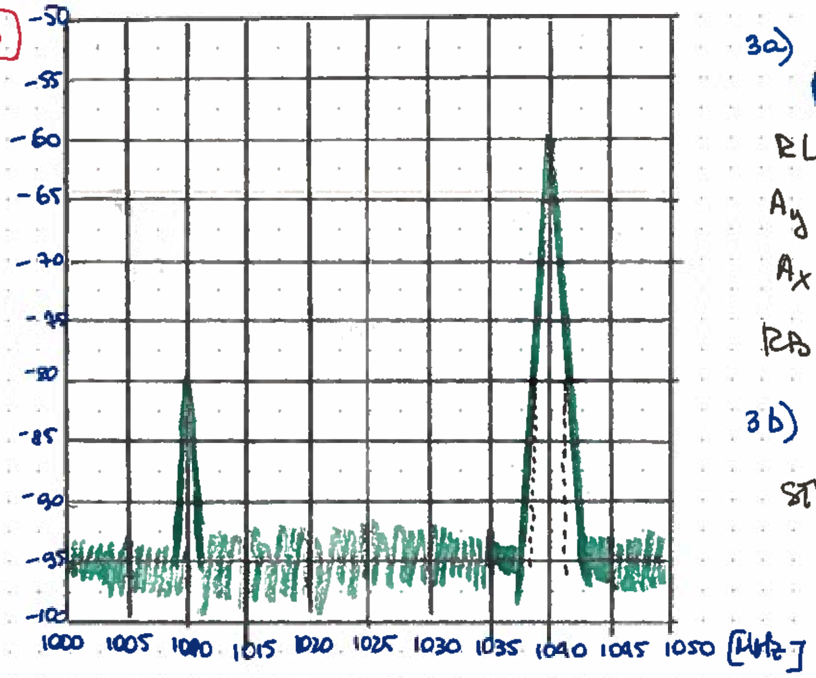
ricavare k attraverso la regressione

$y = mx + b$

$$\boxed{m = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}$$

$$\boxed{b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2} = \frac{\sum y_i - m \sum x_i}{n}}$$

E33



3a) si derivano le impostazioni scelte per vedere la misura

$RL = -50\ dBm$

$A_y = 5\ dB/div$

$A_x = 5\ MHz/div$

$RBW = 1.25\ MHz$

$f_{start} = 1000\ MHz$

$f_{STOP} = 1050\ MHz$

$SPAN = 50\ MHz$

3b) ST e NF ?

$$ST = \frac{3\ SPAN}{(RBW)^2} = 96\ \mu s$$

$P_{FLOOR} = -95\ dBm$

$$P_{FLOOR} = P_T \cdot RBW \cdot NF = P_{T\,(dBm)} + RBW_{dB} + NF_{dB} = -95\ dBm$$

$RBW_{dB} = 61\ dB$ $\qquad P_T = -174\ dBm$

$$NF = -95\ dBm + 174\ dBm - RBW_{dB} = 18\ dB$$

3c) Si scriva una possibile espressione del segnale riportandone i valori numerici.

Si hanno 2 componenti armoniche a

$f_1 = 1010\ MHz$

$f_2 = 1040\ MHz$

$P_1 = -80\ dBm$

$P_2 = -60\ dBm$

$$P_{1dBm} = 10 \log_{10}\left(\frac{P_1}{1mW}\right)$$

$\Downarrow$

$$\frac{P_{1dBm}}{10} = \log_{10} 10 = \log_{10}\left(\frac{P_1}{1mW}\right)$$

$\Downarrow$

$$10^{\frac{P_{1dBm}}{10}} = \frac{P_1}{1mW} \rightarrow$$

$$P_1 = 10^{-3} \cdot 10^{P_1/10}$$

$R_{in} = 50\Omega$ tipicamente

In lineare $\quad P_2 = 10^{-3} \cdot 10\ exp\left[\frac{P_{2dBm}}{10}\right] = 1 \cdot 10^{-9}\ W$

$$P_2 = \frac{V_{eff}^2}{R_{in}} \rightarrow V_{eff} = \sqrt{P_2 R_{in}} = 2.24 \cdot 10^{-4}\ V$$

$V_{2eff} = 0.224\ mV \rightarrow V_{2p} = \sqrt{2}\ V_{eff} = 3.16 \cdot 10^{-4}\ V$

Analogamente $\quad P_1 = 10^{-3}\ 10\ exp\left[\frac{P_{1dBm}}{10}\right] = 1 \cdot 10^{-11}\ W$

$$V_{1\,eff} = \sqrt{P_1 R_{in}} = 2.24 \cdot 10^{-5}\ V$$

$$V_{1p} = 3.16 \cdot 10^{-5}\ V$$

5

$$v(t) = \left[3.16 \cdot 10^{-5} \sin(2\pi f_1 t) + 3.16 \cdot 10^{-4} \sin(2\pi f_2 t)\right] V$$

36 → 4 : 17

Es 4 4a) $S = 10\,mV/°C$ → integrato LM35

a $T = 120°C$ si misura una $V_{120°} = 1.9\,mV$

a $T = 20°C$ si misura una $V_{20} = -0.1\,mV$

a) si ricavi la sensibilità α della termocoppia

$$\boxed{\alpha = \frac{\Delta V_{Tc}}{\Delta T}} = \frac{1.9\,mV - (-0.1\,mV)}{120°C - 20°C} = \frac{2\,mV}{100°C} = 20\,\frac{\mu V}{°C}$$

4 b) si intendono misurare le tensioni prodotte dalla termocoppia e dall'integrato LM35 tramite un oscill. digitale a 4 canali con massima sensibilità 5mV/div

termocoppia → amplificata

Qual'è G t.e. ΔV dell'oscill corrisponda ad una risoluzione di 0.5°C

$$\Delta V_{seg} = 0.5°C \cdot 20\,\frac{\mu V}{°C} = 10\,\mu V$$ ie minimo rilevabile deve essere questo

l'osc. digitale è a 8 bit → $N = 2^n = 256$ livelli

la dinamica complessiva dello schermo è $5\,\frac{mV}{div} \cdot 8\,div = 40\,mV$

a cui corrisponde una risoluzione verticale $\Delta V_{osc} = \frac{40\,mV}{256\,livello} = 156\,\mu V$

$$G = \frac{\Delta V_{osc}}{\Delta V_{seg}} = 15.6$$

4c) si ha $T_1 = 65°C$, $T_2 = 25°C$ descrivere le impostazioni dell'oscill. per misurarle

termocoppia

$$\boxed{V = \alpha T} = 20\,\frac{\mu V}{°C} \cdot 65°C = 1.3\,mV = V_1 \quad ; \quad V_2 = 0.5\,mV$$

allora, accoppiamo in DC poiché sono segnali continui; vertical position a metà dello schermo, level zero nella divisione verticale di ordine zero

NB la termocoppia ha una dinamica da 0.5 mV a 1.3 mV

$V_{1\,LM} = 10\,mV/°C \cdot 65°C = 0.65\,V$; $V_{2\,LM} = 0.25\,V$

D_{LM35} = da 0.25 V a 0.65 V

la termo viene amplificata di G = 15.6

$$C_{y,\,termo} = \frac{D_{termo} \cdot G}{8} = 1.56 \cdot 10^{-3}\,V/div = 1.56\,mV/div$$

4 p.

$C_{y,LM35} = 0.05\,V/div$

trigger in automatico

TDE 06.02.13 4:30

Es1 Un proiettile viaggia a velocità v misurata in 3 modi diversi

1a) $v_1 = 300\ m/s$ $U(v_1) = 15\ m/s$ al 99.7% di incertezza

$v_1 = 300\ m/s \pm 5\ m/s$ $U(v_1) = k\ u(v_1) \to u(v_1) = \frac{U(v_1)}{3} = 5\ m/s$

99.7% è $k=3$

$u_r(v_1) = \frac{u(v_1)}{v_1} = 0.0167$

$v_2 = 330 \quad 333 \quad 329 \quad 335 \quad 327 \quad 330 \quad 325 \quad 331 \qquad n=8$

$$\bar{v}_2 = \frac{1}{8} \sum_{k=1}^{8} v_{2,k} = 330$$

$$u(\bar{v}_2) = \left[\frac{1}{56} \sum (v_{2k} - \bar{v}_2)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 1.12\ m/s$$

$v_2 = (330 \pm 1.12)\ m/s$ $u_r(v_2) = \frac{u(v_2)}{v_2} = 3.39 \cdot 10^{-3}$

v_3: $L = 2.02\ (1)\ m$ con $T = 6.06\ ms$; registrato con un cronografo ideale di $\Delta T = 20\ \mu s$

$$v_3 = \frac{L}{T} = 333.33\ m/s$$

$u(L) = 0.01\ m$ $u_r(L) = 4.95 \cdot 10^{-3}$

$u(T) = \frac{\Delta T}{\sqrt{12}} = 5.779 \cdot 10^{-6}$ $u_r(T) = 9.53 \cdot 10^{-4}$

$$u_r(v_3) = \sqrt{u_r^2(L) + u_r^2(T)} = 5.04 \cdot 10^{-3}$$

$$u(v_3) = u_r(v_3) \cdot v_3 = 1.68\ m/s$$

$v_3 = (333.33 \pm 1.68)\ m/s$

1b) si valuti la compatibilità tra le misure

$v_1 - v_2$ $|v_1 - v_2| \le k\sqrt{u^2(v_1) + u^2(v_2)}$

$30 \le k \cdot 5.12 \to k \geq 5.85$ ✗

$v_1 - v_3$ $|v_1 - v_3| \le k\sqrt{u^2(v_1) + u^2(v_3)}$

$33.33 \le k \cdot 5.27$ $k \geq 6.32$ ✗

$v_2 - v_3$ $|v_2 - v_3| \le k\sqrt{u^2(v_2) + u^2(v_3)}$

$3.33 \le k \cdot 2.02$ $k \geq 1.64$ $k=2$ ✓

1c) miglior stima

$$v = \frac{\frac{v_2}{u^2(v_2)} + \frac{v_3}{u^2(v_3)}}{\frac{1}{u^2(v_2)} + \frac{1}{u^2(v_3)}} = \frac{381.17559}{1.515} = 331.02\ m/s$$

$$u(v) = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{u^2(v_2)} + \frac{1}{u^2(v_3)}}} = 0.812\ m/s$$

$v = (331.02 \pm 0.81)\ m/s$

1d) se la massa del proiettile è descritta con una PDF triangolare come media 20 g e semilarghezza 1 g si ricavi E_k e $U(E_k)$ con $k=2$

$m = 20g$

$u(m) = \frac{2 \cdot 1 \cdot g}{\sqrt{24}} = 0.408\ g$

$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = 1095.74\ J$ $\qquad u_r(m) = \frac{0.408g}{20g} = 0.0204$

$u_r(v) = \frac{0.81}{331.02} = 2.45 \cdot 10^{-3}$

$u_r(E_k) = \sqrt{u_r^2(m) + 4u_r^2(v)} = 0.02057$

$u(E_k) = 22.67\ J$

$E_k = (1095.74 \pm 22.671)\ J$

$U(E_k) = 2 \cdot u(E_k) = 45\ J$

$20\log_{10}(V) = 60\log_{10} 10$

Es2 451 +10 min +25 min

Si ha una DAQ e si vogliono acquisire:

S_1: tensione di rete attenuata di 60 dB $\qquad V_1 = \frac{220\sqrt{2}}{2 \cdot 1000} \sin(2\pi f_1 t)$ $\quad f_1 = 50Hz$

attenuata di 60dB

$= \frac{0.311}{2} \sin(2\pi f_1 t)$

S_2: temperatura di un forno da cucina

range: 100 – 650°C, termocoppia e riferita a $T_{amb} = 20°C$

$V_2 = k_{TV} \cdot (T - T_0) \qquad k_{TV} = 100 \frac{\mu V}{K}$

$V_{2\,max} = 100 \frac{\mu V}{K}\left([650 + 273.15] - (20 + 273.15])\right) = 100 \frac{\mu V}{\cancel{K}} \cdot 630\ \cancel{K} = 0.063\ V =$

$= 63\ mV$

$V_{2\,min} = 100 \frac{\mu V}{K}(100 - 20) = 8\ mV$

S_3: segnale audio $f_3 = 20kHz$ con $V_{pp} = \pm 5V$

S_4: velocità di rotazione di una ventola a 4 pale $v = 600$ giri/min e sensore $V_4 = 0V$ che in corrispondenza di ogni pala sale a $V_4 = 2V$

ADC ad approx succ. $\quad n = 14$ bit $\quad D_{ADC} = \pm 10V \quad G_1(dB) = 0, 6, 20, 40$

2a) velocità di campionamento minima?

$f_1 = 50Hz$

f_2 molto lento $\qquad f_{max} = 20\ kHz$

$f_3 = 20\ kHz \qquad f_c \geq 2 f_{max} = 40\ kHz$

$f_4 \quad 10$ giri/s $\qquad$ accoppiamento in differenziale, # canali analogici 8

f_{DAQ} = almeno 100 kSa/s

2b) dinamiche e guadagni

$D_1 = 0.311\ V$

$G_1 = \frac{D_{ADC}}{D_1} = 64 \longrightarrow G_1 = 40$

$D_2 = 55\ mV$

$G_2 = \frac{D_{ADC}}{D_2} = 363 \longrightarrow G_2 = 40$ massimo

$D_3 = \pm 5V$

$G_3 = \frac{20}{10} = 2$ sia $G_3 = 1$

$D_4 = 6V$

$G_4 = \frac{20}{8} = 10 \qquad G_4 = 10$

risoluzioni dimensionali e adimensionali

$$\boxed{\Delta V = \frac{\frac{D_{ADC}}{G}}{2^n}}$$

$\Delta V_1 = 3.05 \cdot 10^{-5}\ V$

$\Delta V_2 = 3.05 \cdot 10^{-5}\ V$

$\Delta V_3 = 6.1 \cdot 10^{-9}\ V$

$\Delta V_4 = 1.22 \cdot 10^{-9}\ V$

$\delta = \frac{1}{N} = \frac{1}{2^n} = 6.1 \cdot 10^{-5}$

Es 3 Voltmetro integratore a doppia rampa che deve fornire almeno 20 letture al secondo, ha $T_u = 15\ m/s$ $f_c = 10\ kHz$ con $V_r = 15\ V$ unipolare

3a) V_{FS} -?

$T_u = N_u \cdot T_c \longrightarrow N_u = \frac{T_u}{T_c} = T_u \cdot f_c = 150.000$ livelli

$T_{mis} = T_u + T_D = \frac{1}{f_c} = 50ms$

$T_D = T_{mis} - T_u = 35ms$

$N_D = \frac{T_D}{T_c} = 35ms \cdot f_c = 350\ 000$

$V_x = -V_r \frac{T_D}{T_u} = -V_r \frac{N_D}{N_u} = 35\ V$

3b) δ -? # bit e Δ ?

$n = \log_2 N_{max} = 18.41 \rightarrow n = 19$ bit

$\boxed{\delta = \frac{1}{N_D}} = 2.8 \cdot 10^{-6}$

$$\boxed{\Delta V = \frac{N_{Dmin} V_r}{N_u} = \frac{1}{N_u} \cdot V_r = 100\mu V}$$

3c) frequenze di massima reiezione ai disturbi ? $\boxed{f_{int} = \frac{1}{T_u}}$

$f_{int} = k\,66.67\ Hz$

$\boxed{Es4}$ 6:30

AS a eterodina misura 2 componenti sinusoidali e opera con NF = 20dB

$f_1 = 2\ MHz$ $V_{PP} = 40\ \mu V$

$f_2 = 10\ MHz$ $V_{eff} = 700\ nV$

entrambe riportate su $R_{in} = 50\Omega$.

4a) ST ? RBW = 20 kHz e span = 10 MHz

$$ST = \frac{3\ SPAN}{RBW^2} = 0.075\ s = 75\ ms$$

4b) RBW = 20kHz

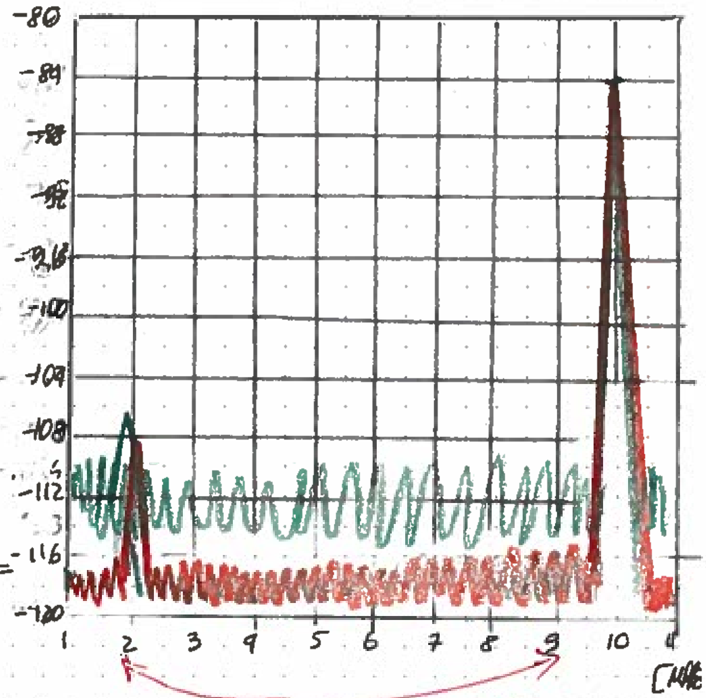
Calcolare il tutto e disegnare il segnale

$$\boxed{V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}} \qquad V_p = \frac{V_{PP}}{2} = 20\ \mu V$$

$$P = \frac{V_{eff}^2}{R_{in}}$$

$$P_1 = \frac{V_p^2}{2R_{in}} = 4 \cdot 10^{-12} \qquad P_{1\,dBm} = 10 \log_{10}\left(\frac{P_1}{1mW}\right) = -84\ dBm$$

$$P_2 = \frac{V_{eff}^2}{R_{in}} = 9.8 \cdot 10^{-15} \qquad P_{2\,dBm} = -110\ dBm$$



è giusto se invertite

$$P_{FLOOR} = P_T \cdot RBW \cdot NF = -174\ dBm + 43dB + 20dB = -116$$

$RBW_{dB} = 43\ dB$

$= -111\ dBm$

$A_y = 4\ dB/div$

$RF = -80\ dB$

$f_{start} = 1\ MHz$

$f_{stop} = 11\ MHz$ SPAN = 10 MHz $A_x = \frac{SPAN}{10} = 1\ MHz/div$

$$ST = \frac{3\ SPAN}{RBW^2} = 0.075\ s$$

Non viene visto però la prima componente spettrale

scelgo $RBW_{dB} = 20\ dB$ $\cancel{10 \log_{10}(RBW) = 20}$ $\log_{10} RBW = \log_{10} 10^2$

(cioè RBW = 100 Hz)

$P_{FLOOR} = -134\ dB$ o meglio $RBW = 35\ dB = 3162\ Hz \simeq 3\ kHz$

$\uparrow$ cercare

$P_{FLOOR} = -119\ dB$

4c) una nuova RBW t.c. S/R = 10 dB cioè −110 dB + rumore = 10 dB

$P_{FLOOR} = -120 \longrightarrow$ infatti $RBW = 35dB \longrightarrow 3\ kHz$