

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

**Esercizio S1** - un segnale  $F$  trasformabile ha la seguente trasformata

$$H(f) = 1/(16\pi^4 f^4 + 164\pi^2 f^2 + 400)$$

Determinare il segnale.

$$16\pi^4 f^4 + 164\pi^2 f^2 + 400 = (4\pi^2 f^2 + 25)(4\pi^2 f^2 + 16)$$

$$\frac{1}{16\pi^4 f^4 + 164\pi^2 f^2 + 400} = \frac{A}{4\pi^2 f^2 + 25} + \frac{B}{4\pi^2 f^2 + 16}$$

$$\begin{cases} A + B = 0 \\ 16A + 25B = 1 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} B &= -A \\ -9B &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 1/9 \\ B &= -1/9 \end{aligned}$$

$$\frac{A}{4\pi^2 f^2 + 25} \rightarrow \frac{A}{10} e^{-5|t|} \quad \frac{B}{4\pi^2 f^2 + 16} \rightarrow \frac{B}{8} e^{-4|t|}$$

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

**Esercizio S2** - un segnale  $x(t)$ , con trasformata

$$X(f) = 8j \sin(4\pi f) / (4 + j2\pi f)$$

È applicato ad un sistema LTI con risposta impulsiva

$$h(t) = e^{-6t} \quad \forall t$$

determinare la risposta temporale del sistema

$$H(f) = \frac{12}{4\pi^2 f^2 + 36}$$

*cost out*

$$y(f) = \frac{4j e^{j4\pi f} - e^{-j4\pi f}}{2j} \cdot \frac{1}{(4 + j2\pi f)} \cdot \frac{12}{4\pi^2 f^2 + 36}$$

*trasformata temporale*

$$= \frac{1/20}{4 + j2\pi f} + \frac{-j\frac{2\pi}{20}f - \frac{4}{20}}{4\pi^2 f^2 + 36}$$

$$12 \left[ \frac{1}{20} e^{-4t} u(t) + \frac{1}{20} \left( \frac{4 + \frac{d}{dt}}{12} \right) e^{-6|t|} \right]$$

*trasformata temporale*  
t+2

$$\frac{d}{dt} e^{-16|t|} = -6 \operatorname{sign} t e^{-16|t|}$$

$$= f(t) \rightarrow f(t+2) + f(t-2)$$

$$\frac{12}{5} \left[ e^{-4(t+2)} u(t+2) - \frac{1}{3} e^{-6|t+2|} + \frac{1}{2} \operatorname{sign}(t+2) e^{-16|t+2|} \right]$$

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

**Domanda S1** - un flusso binario antipodale numerico, con  $P_{ric} = 18 \cdot 10^{-10}$  W e bit rate 3 Gbit/s, associato ad un rumore con densità spettrale  $3 \cdot 10^{-20}$  W/Hz, è applicato ad un filtro adattato seguito dalla decisione a soglia. Quale è la probabilità di errore? Spiegare

$$p \approx \frac{1}{2} e^{-\gamma}$$

$$\gamma = \frac{E_b}{n_0} = \frac{P_{ric}}{f_c \cdot n_0} = \frac{18 \cdot 10^{-10}}{3 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-20}}$$

$$= 20 \quad p \approx \frac{1}{2} e^{-20}$$

**Domanda S2** - Un sistema satellitare riceve un flusso di 8 Mbit/s, associato ad un rumore con densità spettrale  $10^{-20}$  W/Hz; quale è la potenza minima ricevuta necessaria per poter operare a 16 QAM con probabilità di errore di simbolo di  $10^{-6}$ ? Spiegare

$$\frac{E_b}{n_0} \Big|_{16QAM, p=10^{-6}} \approx 19 \text{ dB}$$

$$\frac{E_b}{n_0} = \frac{P}{f_c \cdot n_0} = 10^{1,9} \quad P = 8 \cdot 10^6 \cdot 10^{-20} \cdot 10^{1,9}$$

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

**Domanda S3** – Considerati due qualunque segnali  $\text{sinc}(t/T - 2k)$  e  $\text{sinc}(t/T - 2h)$ , con  $k$  e  $h$  interi diversi tra loro, l'angolo tra tali vettori in un generico spazio dei segnali è

- $\pi$
- $\pi/2$
- $0$
- $\pi/4$
- $-\pi/4$

**Domanda S4** – In un sistema di ricezione satellitare la densità spettrale del rumore ricevuto raddoppia, per sostituzione per preamplificatore; di conseguenza, se la modulazione prima della sostituzione era 4 PSK e il tempo di bit  $T_b$ , dopo la sostituzione, per mantenere la stessa probabilità di errore a parità di potenza di segnale ricevuta

- si deve necessariamente passare alla modulazione 2PSK, raddoppiando il tempo di bit
- si deve necessariamente passare alla modulazione 2PSK, dimezzando il tempo di bit
- si deve necessariamente passare alla modulazione 2PSK, con lo stesso tempo di bit
- si può conservare la modulazione 4 PSK, purchè si dimezzi il tempo di bit
- si può conservare la modulazione 4 PSK ma il tempo di bit deve raddoppiare

**Domanda S5** – almeno in prima approssimazione, l'area efficace di una antenna a parabola è indipendente dalla radiofrequenza (almeno sino a determinati valori di radiofrequenza) e pari ad una data frazione dell'area geometrica (ad esempio,  $A_{\text{eff}} = 0.7 A_{\text{geom}}$ ); di conseguenza, in tale approssimazione, se il valore di radiofrequenza triplica, il guadagno

- triplica
- rimane invariato perché l'area efficace non cambia
- diventa un terzo
- diventa nove volte maggiore
- diventa nove volte minore

**Domanda S6** – Si vuole “meccanizzare” il calcolo della funzione di croscorrelazione  $C_{xy}(\tau)$ , di due segnali reali  $x(t)$  e  $y(t)$ , facendo transitare il segnale  $x(t)$  in un filtro ed osservando la risposta  $y(\tau)$  nel tempo, cioè  $C_{xy}(\tau) = y(\tau)$ ; di conseguenza, la risposta impulsiva del filtro **deve** essere

- $h(t) = y(-t)$
- $h(t) = y(t)$
- $h(t) = -y(-t)$
- $h(t) = -y(t)$
- $h(t) = y^*(t)$

**Domanda S7** – il valore della funzione di autocorrelazione di un segnale complesso  $x(t)$ , calcolata in 0, ovvero  $C_{xx}(0)$ , è

- nullo
- immaginario puro
- reale
- unitario reale
- di regola complesso (parte reale + immaginaria, entrambi diverse da 0)

**Segnali (prof. Giuseppe Bianchi, Mauro Giaconi)**

Recupero 3/2010 – 14 settembre 2010, ore 14.00

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

**Domanda S8** – un segnale non ripetitivo, assolutamente integrabile, definito tra  $-T/2$  e  $T/2$ ,

- può comunque essere rappresentato mediante Serie di Fourier, e tale rappresentazione è unica
- può comunque essere rappresentato mediante Serie di Fourier, e tale rappresentazione non è unica
- non può, non essendo ripetitivo, essere rappresentato mediante Serie di Fourier
- nessuna delle precedenti affermazioni è sempre vera

*si è sottinteso che vi siano discontinuità in numero finito  
(come è fatto riferimento alle condizioni "weierstrass")*