POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE

I Sessione 2013 - Sezione A

Settore dell'Informazione

Prova pratica del 4 settembre 2013

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti:
(indicare sulla busta il numero del tema svolto):

Tema n. 1

Si progetti un modulo di moltiplicatore serale-parallelo per dati su 32 bit in complemento a 2:

- ingressi x e y su 32 bit in c.a.2, segnali di reset, start per iniziare il calcolo e done per indicarne il completamento
- uscita z su un opportuno numero di bit da stabilire da parte del progettista
- funzione z = x * y.

Di seguito si descrive l'algoritmo serie-parallelo per la moltiplicazione di numeri **binari puri** su **n** bit, essendo a carico del candidato il suo adattamento a numeri in c.a.2.
Dati:

- $x = (x_{n-1} \dots x_0)$
- $y = (y_{n-1} \dots y_0)$
- $z = (z_{2n-1} \dots z_0)$

con condizione iniziale della computazione z[0] = 0 e finale z = z[n], la computazione consiste in una sequenza di n passi della ricorrenza seguente:

$$z[i+1] = ½ \cdot (z[i] + (x \cdot 2^n) \cdot y_i)$$

Esempio

Step 0
x = 1011 (11_{10}) y = 0101 (5_{10})
n = 4
$z = x \cdot y = 00110111 = (55_{10})$
z[0] = 0000 0000
$x \cdot 2^n$ = 1011 0000

Step 1
$(x \cdot 2^n) \cdot y_0$ = 1011 0000
$z[0] + (x \cdot 2^n) \cdot y_0$ = 1011 0000
$z[1] = 1/2\ (z[0] + (x \cdot 2^n) \cdot y_0)$ = 0101 1000

Step 2
$(x \cdot 2^n) \cdot y_1$ = 0000 0000
$z[1] + (x \cdot 2^n) \cdot y_1$ = 0101 1000
$z[2] = 1/2\ (z[1] + (x \cdot 2^n) \cdot y_1)$ = 0010 1100

Step 3

$(x \cdot 2^n) \cdot y_2$ = 1011 0000

$z[2] + (x \cdot 2^n) \cdot y_2$ = 1101 1100

$z[3] = 1/2\ (z[2] + (x \cdot 2^n) \cdot y_2)$ = 0110 1110

Step 4

$(x \cdot 2^n) \cdot y_3$ = 0000 0000

$z[3] + (x \cdot 2^n) \cdot y_3$ = 0110 1110

$z[4] = 1/2\ (z[3] + (x \cdot 2^n) \cdot y_3)$ = 0011 0111

z = z[4] = 0011 0111

Il candidato:

- estenda l'algoritmo sopra descritto a ingressi in complemento a 2
- esprima l'algoritmo sviluppato al punto precedente sotto forma di codice in linguaggio di programmazione ad alto livello
- tracci il diagramma degli stati del sistema e lo descriva in VHDL
- identifichi il data subsystem ed il control subsystem e le loro interazioni
- progetti e descriva in VHDL almeno uno tra
    - il data subsystem (a livello register-transfer strutturale)
    - il control subsystem (a livello behavioural).

Tema n. 2

Progettare un sistema informativo per il monitoraggio del territorio mediante una piattaforma volante quadrirotorica (di seguito drone) in grado di effettuare missioni in volo autonomo. Il sistema è costituito dal drone che comunica con una ground control station mediante un radio modem a 2.4GHz; i dati inviati alla stazione di terra sono i seguenti:

- posizione GPS (latitudine e longitudine);
- velocità;
- altitudine;
- assetti di volo (angoli di rollio, beccheggio e imbardata);
- heading (angolo/orientamento rispetto al nord magnetico);
- carica della batteria.

Questi valori sono trasmessi con una frequenza di 5Hz. Inoltre, il drone è dotato di una telecamera che punta verso il basso, in modo da inquadrare il terreno. Le immagini sono inviate alla stazione di terra mediante un secondo link radio, anch'esso a 2.4GHz, alla frequenza di 1Hz. Le immagini sono codificate in formato JPEG ed hanno una risoluzione HD (1280x720 pixel).

Il sistema informativo, in esecuzione sulla ground control station, deve permettere:

1. La memorizzazione dei dati di volo (telemetria) del drone e delle immagini inviate alla stazione di terra.
2. Ogni immagine, quando viene archiviata, deve essere correlata da una serie di metadati: posizione GPS della piattaforma che ha acquisito l'immagine, assetti di volo e data di acquisizione (nel formato anno/giorno/ora/minuto: yyyy/dd/hh/mm). A tale proposito, si assuma che il tempo di riferimento sia quello della ground control station.
3. L'accesso mediante protocollo HTTP alle informazioni memorizzate (vedi punti precedenti).

Il candidato definisca i macro-blocchi necessari per la realizzazione del sistema informativo approfondendo, a scelta, gli aspetti hardware o software; inoltre, Il candidato definisca nel dettaglio il progetto di almeno uno dei seguenti punti:

- la struttura della base dati per l'archiviazione delle informazioni;
- l'interfaccia grafica della stazione di terra che deve mostrare in tempo reale i dati della telemetria e la traiettoria percorsa dal drone sovraimposta ad un'immagine georeferenziata;
- un'applicazione web per la ricerca e la visualizzazione delle immagini archiviate nella base dati.

Tema n. 3

Si intende progettare un sistema elettronico portatile in grado di misurare la frequenza di un segnale sinusoidale, visualizzandola direttamente oppure mostrandone il periodo corrispondente. In caso sia necessario cambiare il tipo di visualizzazione è consentito l'uso di un commutatore manuale.

Il segnale ha le seguenti caratteristiche:

1. Frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz;
2. Ampiezza compresa tra 100 mV e 1 V;

Il sistema richiesto deve avere i seguenti requisiti:

1. Refresh di misura non inferiore a 0.5 Hz;
2. Rappresentazione della misura su 7 cifre (frequenza / periodo);
3. Risoluzione di almeno 1 Hz;
4. Incertezza relativa dello stesso ordine di grandezza di quella del riferimento di frequenza adottato;
5. Alimentazione a batteria.

Il candidato deve:

1. Proporre uno schema a blocchi funzionale del sistema;
2. Spiegare le regole di progetto, mostrare lo schema elettrico completo del sistema e dimensionare i componenti di ciascun blocco;
3. Valutare la incertezza relativa di misura del sistema progettato;
4. Valutare il massimo rumore di picco sul segnale di ingresso tollerato per non compromettere la incertezza relativa di misura;
5. Minimizzare i consumi e fornire una stima del tempo di vita della batteria.

Realizzare il riferimento di frequenza interno utilizzando uno degli oscillatori descritti nel data sheet allegato.

Il candidato ha a disposizione componenti passivi e attivi di tipo analogico a piacere.

Per quel che riguarda l'utilizzo di componenti digitali, sono disponibili i classici componenti TTL e CMOS discreti di tipo combinatorio o sequenziale e microncontrollori di uso generale a 8 bit.

Per la visualizzazione della misura sono disponibili le seguenti opzioni:

1. Display numerici a 7 segmenti;
2. Display LCD a matrice di cui è allegato il datasheet.

Nel caso si utilizzino elementi che necessitano di programmazione, il candidato indichi il diagramma di flusso dei programmi dei vari sottosistemi. Scelga quindi uno dei sottosistemi e ne sviluppi il programma di gestione in assembler o C spiegandone con cura le operazioni che esso deve compiere.

Tema n. 4

Si chiede al candidato di progettare una rete locale per un servizio di videosorveglianza utilizzando i protocolli Ethernet e TCP/IP. Il servizio riguarda un edificio di 3 piani, con una pianta di dimensione 50 per 20 metri. Ciascun piano è suddiviso in 10 locali, in ciascuno dei quali è presente una telecamera di videosorveglianza e una postazione standard per un PC. Il piano di calpestio è sollevato rispetto alla soletta, in modo da permettere agevolmente il passaggio di cavi, tubazioni e servizi in genere.
In ogni piano esiste un locale tecnico in cui è possibile porre degli armadi per apparati di trasmissione dati. I locali tecnici sono collegati fra loro da un cavedio verticale. I singoli locali non sono dotati di armadi per apparati di trasmissione dati.
Al piano terreno, nel locale tecnico, è presente il server video su cui devono confluire tutti i flussi delle telecamere e a cui il personale addetto alla sorveglianza dell'edificio accede remotamente (da Internet).
In tale locale sarà inoltre presente il collegamento verso un ISP (Internet Service Provider), con velocità di trasmissione pari a 100 Mbit/s bidirezionale.
Si ipotizzi che ciascuna telecamera (a colori) generi un flusso video a 10 frame/s, con risoluzione 640x480 pixels, con un byte di codifica per ciascuna componente del colore. Si ipotizzi che la tecnica di compressione della sorgente video sia in grado di ridurre il bitrate di un fattore 20.
Si chiede al candidato di progettare la rete evidenziando:

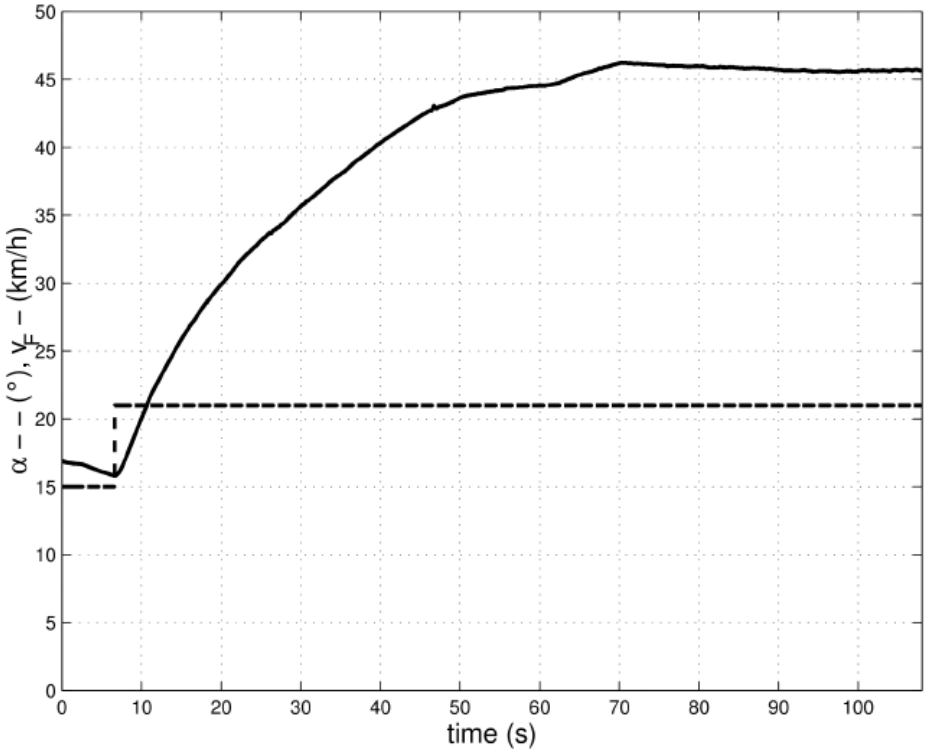
- i requisiti di QoS per ciascuna sorgente di traffico (webcam e PC) in termini di banda e ritardo
- i protocolli utilizzati per il trasporto dell'immagine video
- la topologia logica e fisica della rete, specificando tutti gli apparati necessari (switch, router, cavi, armadi di rete), motivandone la scelta e i criteri di dimensionamento; si specifichino i servizi/protocolli peculiari (ad esempio, DHCP, firewall, NAT, spanning tree) che devono essere supportati da ciascun apparato di rete
- l'indirizzamento IP di tutti gli apparati di rete
- le tabelle di instradamento IP presenti negli apparati
- le informazioni di configurazione degli apparati da richiedere all'ISP per permettere la connettività ad Internet

Tema n. 5

Il candidato progetti un controllo di velocità (*cruise control*) per un autoveicolo a benzina.

Prima parte

Relativamente all'impianto, il candidato identifichi un modello dinamico lineare alle variazioni sulla base della risposta al gradino rappresentata in figura, dove la linea tratteggiata rappresenta una variazione dell'angolo di apertura α della valvola a farfalla (ingresso dell'impianto) da 15° a 21° e la linea continua rappresenta la conseguente variazione di velocità v_F (uscita dell'impianto) in km/h.



Il candidato scelga l'ordine del modello in modo tale che sia minimo, pur riproducendo ragionevolmente bene l'andamento dell'uscita, e ne ricavi i valori numerici dei parametri argomentando le scelte operate.

Seconda parte

Si ipotizzi che la valvola a farfalla[1] sia movimentata da un motore in corrente continua comandato in tensione e opportunamente retroazionato, descritto dalla funzione di trasferimento $\frac{\alpha(s)}{V_{in}(s)} = \frac{5}{1+s}$ $°/V$, e che la velocità dell'autoveicolo sia misurata tramite un trasduttore di velocità con uscita in tensione descritto dalla funzione di trasferimento $\frac{V_{out}(s)}{V_F(s)} = 0.1 \ V/(km\ h^{-1})$.

Di conseguenza, a prescindere dai risultati ottenuti nella *Prima parte*, si assuma come modello complessivo dell'impianto la seguente funzione di trasferimento: $\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{2.5}{(1+s)(1+25s)}$.

Il committente richiede il progetto di un dispositivo di controllo che soddisfi due requisiti:
1 – l'autoveicolo si deve muovere esattamente alla velocità di riferimento (supposta costante) impostata dal guidatore;

---

1 Si ricordi che l'angolo di apertura della valvola a farfalla è sempre compreso tra 0° e 90°.

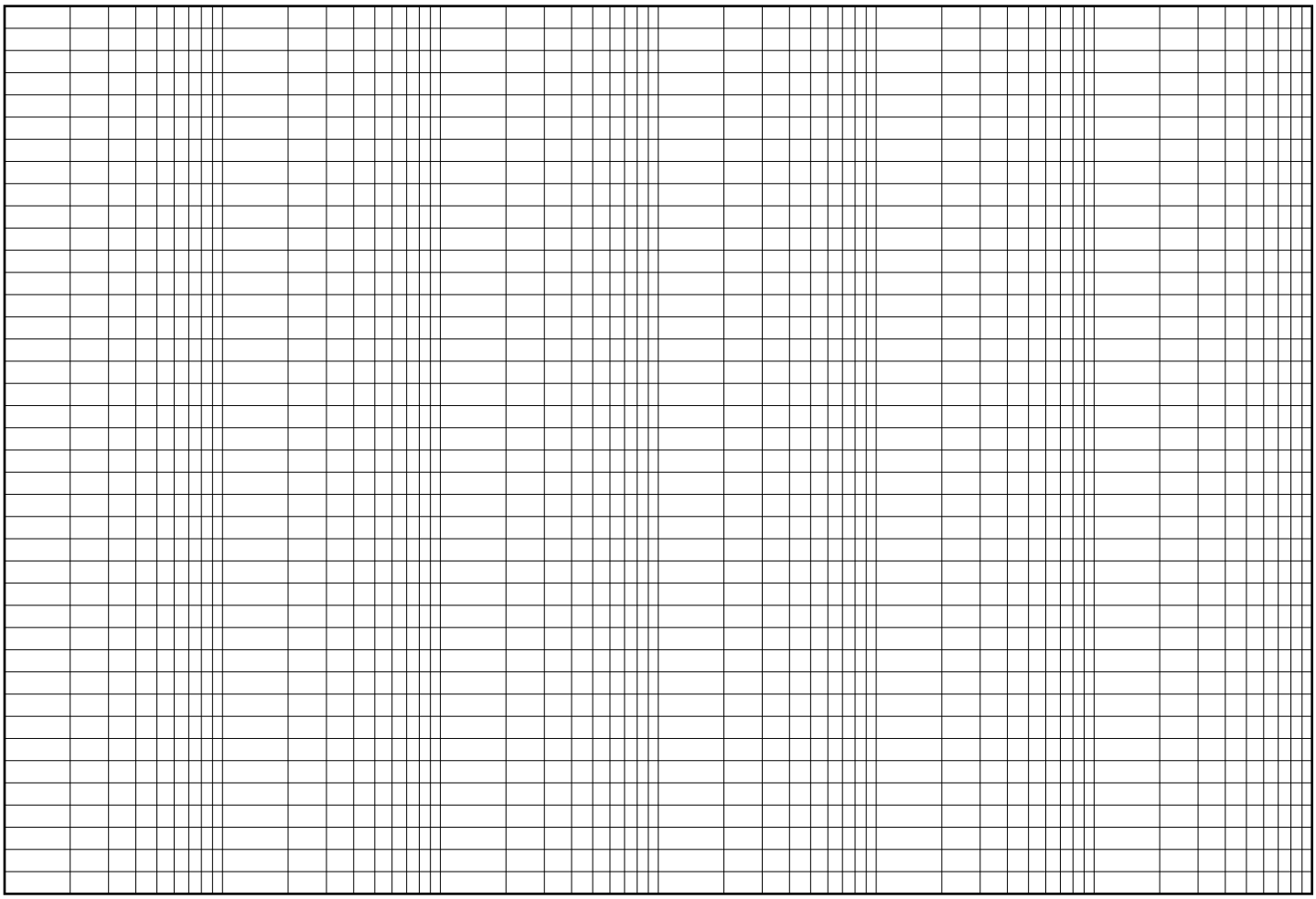
2 – se il guidatore aumenta la velocità di riferimento, l'autoveicolo deve raggiungerla in un tempo ragionevolmente rapido, purché l'accelerazione non risulti fastidiosa per gli occupanti del veicolo.

Il candidato trasformi questi due requisiti qualitativi in opportune specifiche (come intese abitualmente in ambito controllistico) ed eventualmente ne aggiunga altre ritenute necessarie.

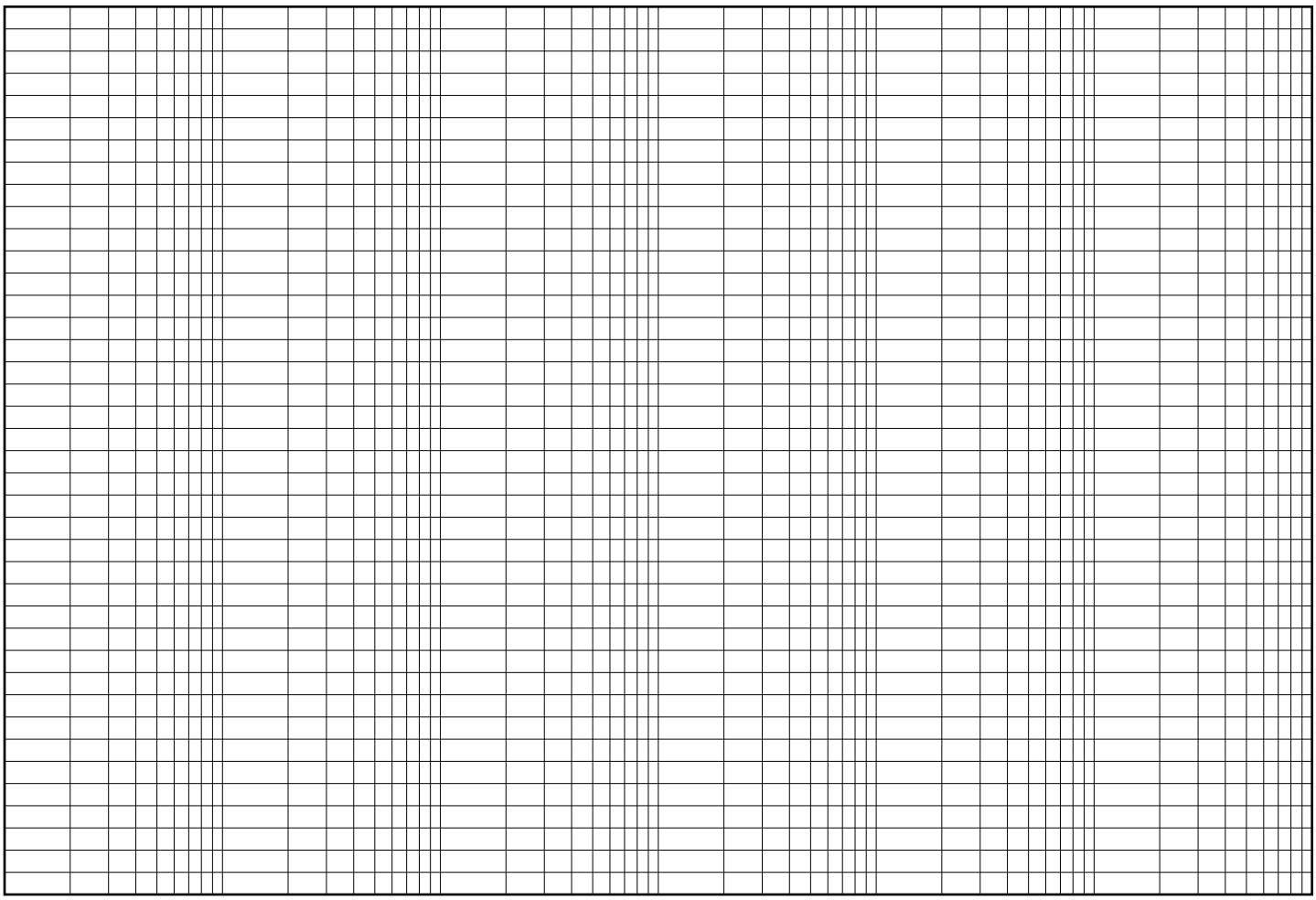
Quindi, sulla base delle specifiche così definite e del modello complessivo dell'impianto, progetti un dispositivo di controllo digitale, caratterizzandone sia la struttura sia l'algoritmo; illustri inoltre le caratteristiche dei dispositivi di conversione A/D e D/A che intende utilizzare.

Nota: il tracciamento di diagrammi di Bode e/o di Nichols sia effettuato sugli appositi fogli seguenti.

Carta semilogaritmica a 6 decadi

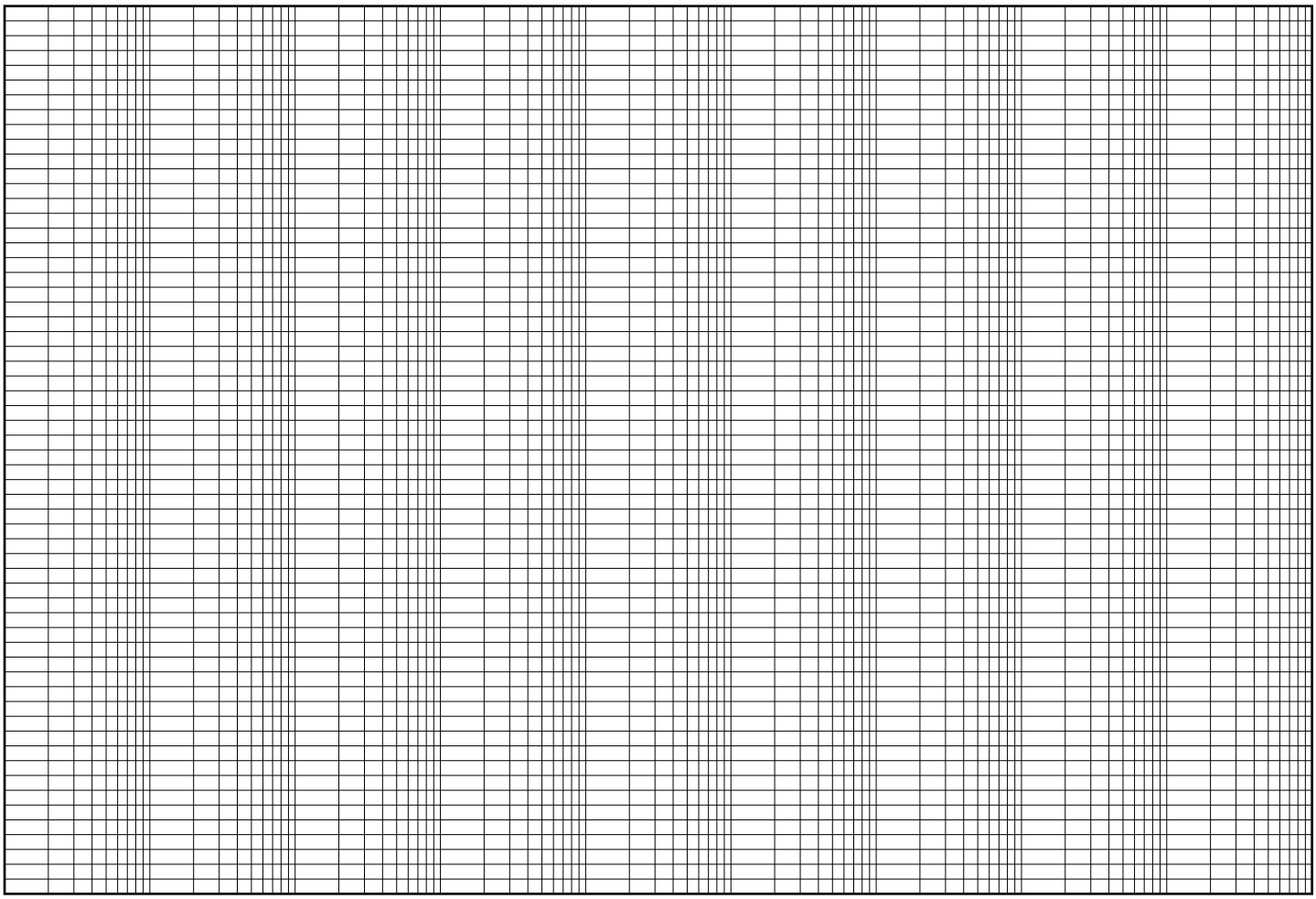


Pulsazione ω

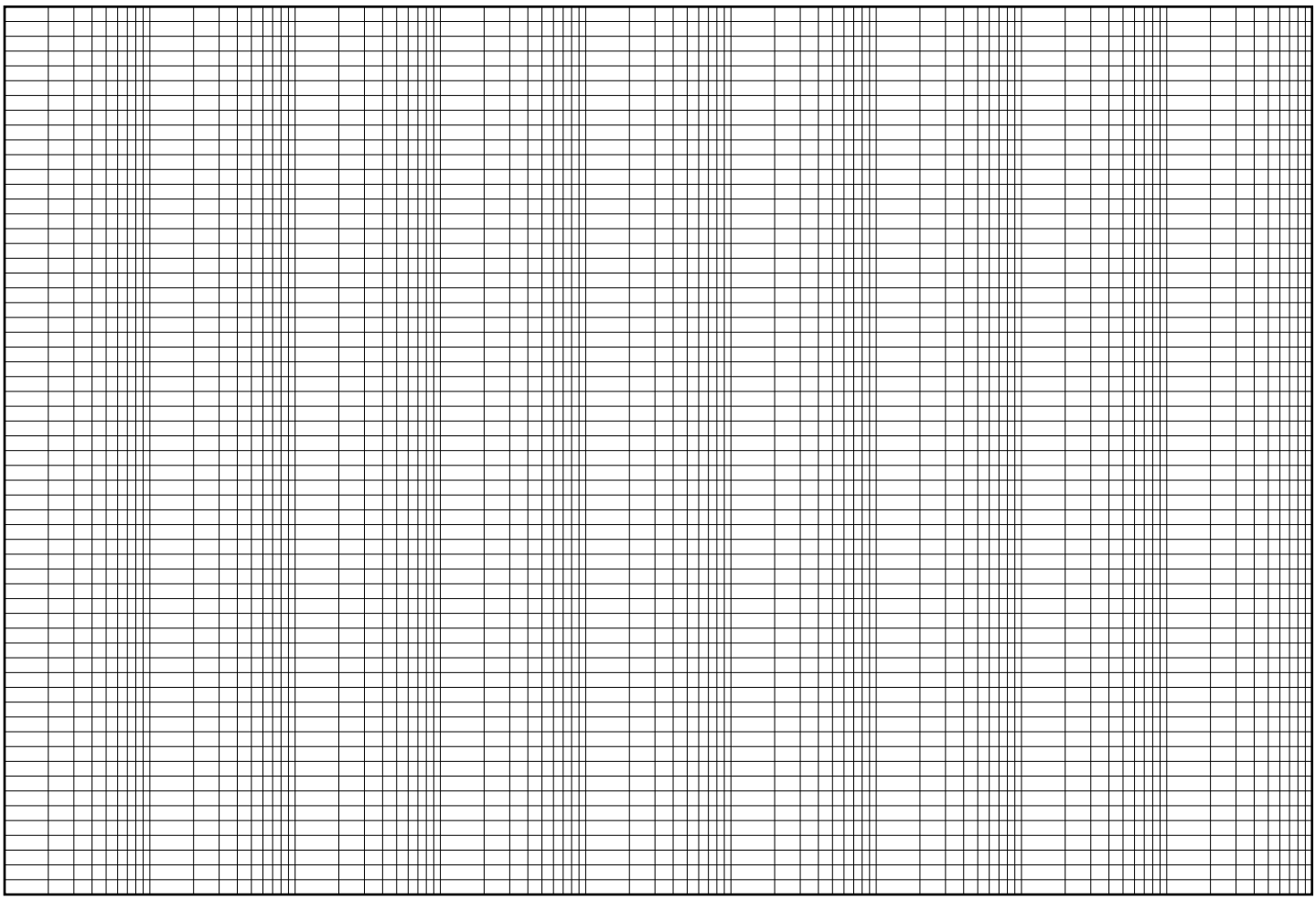


Pulsazione ω

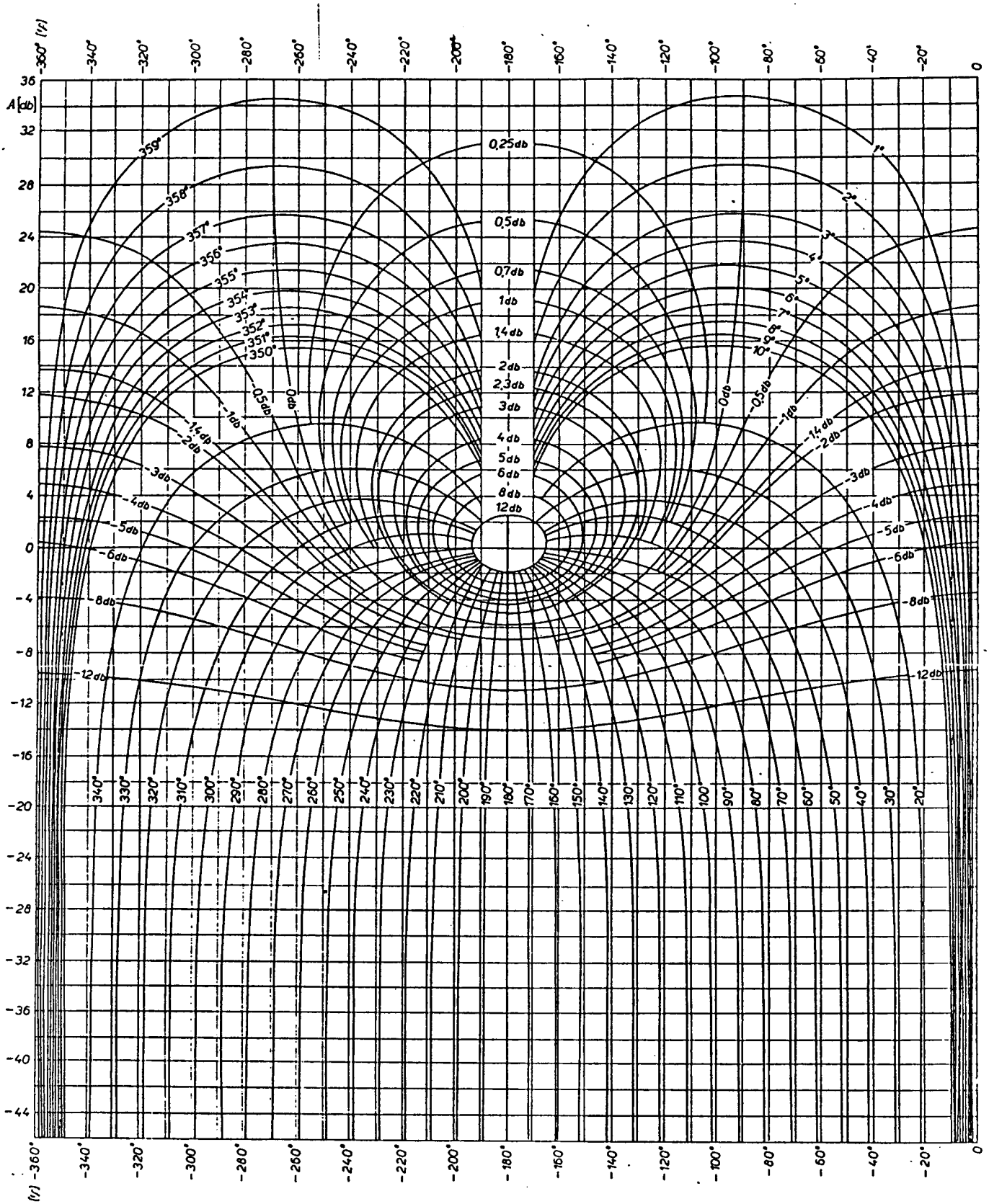
Carta semilogaritmica a 9 decadi



Pulsazione ω



Pulsazione ω



Carta di Nichols

Tema n. 6

L'azienda ALPHA è una multinazionale del settore *automotive*, con un importante *brand* nel ramo dei veicoli commerciali e industriali, tra i quali spicca il veicolo leggero "Atlas" (tra i suoi *competitor* si citano FORD Transit, IVECO Daily, MERCEDES Sprinter, ecc.).

La ALPHA intende lanciare nei prossimi 12 mesi il "nuovo Atlas", che in realtà sarà un restyling estetico della versione attuale con alcune nuove motorizzazioni, conservando la maggior parte degli elementi del vecchio modello (telaio, cabina, struttura dei cassoni e/o delle furgonature, sedili cui sarà cambiato solo il tessuto, ecc.).

La direzione ALPHA stima di:

- mantenere in produzione per 10 anni il veicolo;
- produrre mediamente non meno di 50.000 unità/anno;
- rendere disponibili le seguenti varianti:
  - ✓ 4 carrozzerie: solo telaio (no allestimento), cassonato, furgonato, vetrato (pulmino o scuolabus);
  - ✓ cabina singola C1 o doppia C2;
  - ✓ passo corto L1 o lungo L2;
  - ✓ ruote posteriori singole R1 o gemellate R2;
  - ✓ per i modelli furgonati 3 diverse altezze H1, H2, H3 (il modello vetrato è prodotto solo in altezza H3);
  - ✓ 3 motori turbodiesel (100, 120 e 150 CV) e 1 modello bifuel (benzina + metano con 110 CV);
  - ✓ 3 diverse "portate" (o meglio MTT - Massa Totale a Terra): 3.500 (sarà il più diffuso, potendosi guidare con patente "B"), 5.000 e 6.500 kg;
  - ✓ varie possibilità di colore di carrozzeria (≥ 20 tinte) e di scelta interni (almeno 2 colori plancia da abbinare con almeno 4 diversi tessuti dei sedili).

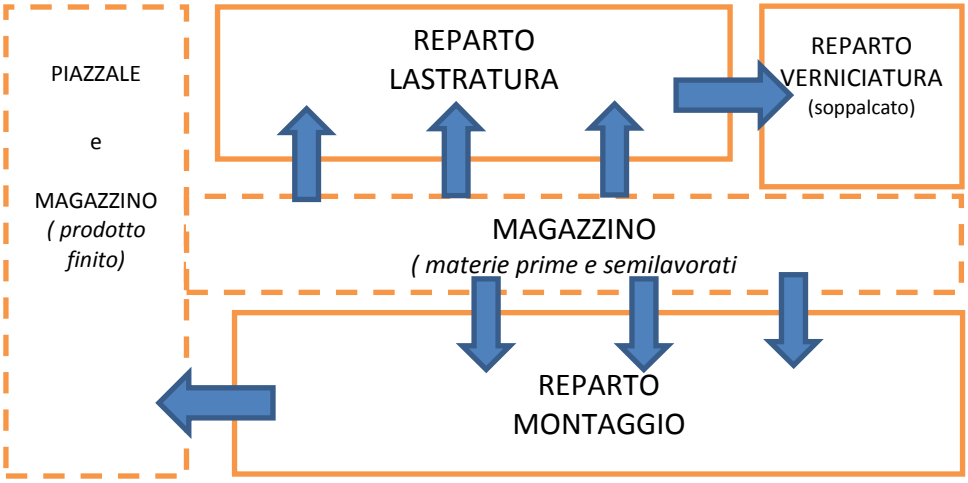
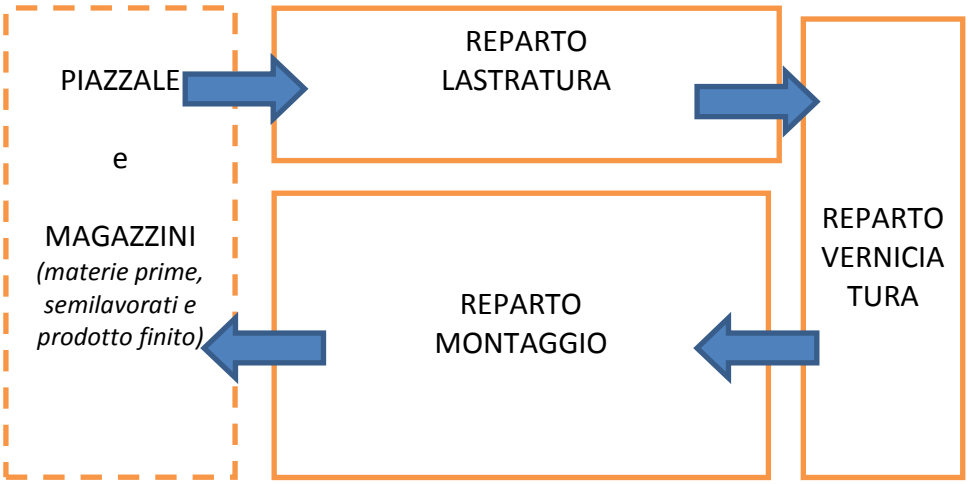
Il candidato, assumendo di essere a capo di un *pool* di consulenti, risponda alle seguenti domande poste dalla direzione ALPHA, <u>motivando e descrivendo in dettaglio ogni scelta e/o soluzione proposta, formulando ogni più opportuna ipotesi, purché verosimile e adeguatamente giustificata, laddove ritenga che siano necessari dati o elementi non contenuti nel tema d'esame</u>:

a. il marketing-mix dei modelli (con le ipotesi sopra indicate) appare adeguato, ovvero insufficiente oppure eccessivo, per il tipo di prodotto e il *target* di cliente cui si rivolge?
b. in caso sia ritenuto insufficiente, quali varianti si possono/devono aggiungere (in caso, invece, sia ritenuto eccessivo, quali varianti si possono/devono eliminare)?
c. in che modo un sistema software di DSS – Decision Support System può essere di aiuto?
d. se la produzione del "nuovo Atlas" venisse spostata in un nuovo stabilimento, quale tra i 2 macro-layout sotto raffigurati risulta preferibile e quali vantaggi/svantaggi presenta rispetto all'altro modello?

Inoltre, la direzione vuole poter esaminare:

e. sulla base del layout scelto, il dettaglio di almeno 2 aree (scelte nel medesimo reparto o in reparti diversi), con indicazione dei flussi logistici consigliati e della tipologia di sistema di controllo/monitoraggio (hardware e/o software) utilizzato;
f. per le medesime aree, descrivere in una logica di confronto un approccio basato su JIT – Just In Time e uno basato su MRP – Material Resource Planning, eventualmente con un approfondimento delle problematiche di sicurezza (con riferimento agli obblighi del D.Lgs. 81/08 e successive modifiche integrazioni) oppure di qualità (con riferimento ad una qualsiasi delle principali norme impiegate nell'industria, ad esempio la famiglia ISO 9000 oppure ISO/TS 16949)

SCHEMA LAYOUT "A"



SCHEMA LAYOUT "B"