



POLITECNICO
MILANO 1863

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

MODELLISTICA E SIMULAZIONE

1a parte: 6 febbraio 2023

Cognome e Nome:

Firma.....

CREDITI DEL CORSO	6	A	B	C1/C2	D	E-F-G	Voto:
	8						

ATTENZIONE!

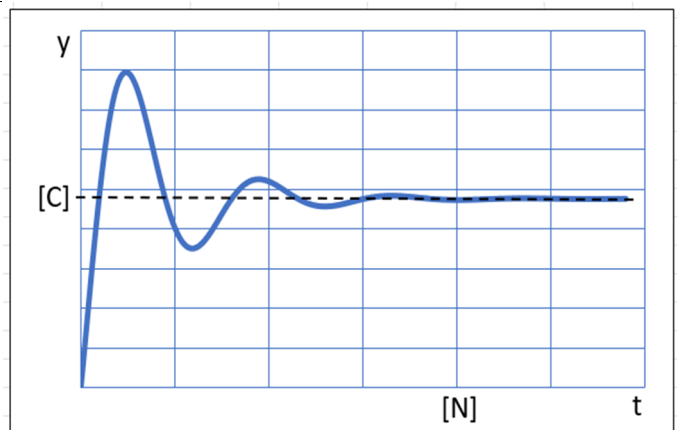
- Completare gli esercizi relativi al proprio corso (**barrare** 8 CFU o 6 CFU).
- Non è consentito consultare libri, appunti, ecc.
- Le risposte devono essere **giustificate e riportate su questi fogli** (utilizzando anche il retro).
- Nel testo [C] rappresenta **il numero di lettere** del cognome e [N] del nome.

Scrivete qui i valori per il vostro caso. [C] =; [N] =

DOMANDA A [tutti] (9 punti)

Un sistema lineare continuo SISO del II ordine, con ingresso costante pari a 1, ha il movimento forzato dell'uscita riportato in figura. Si dica, con la maggior precisione possibile, come potrebbero essere le sue matrici A, B e C.

Soluzione



DOMANDA B [tutti] (9 punti)

Su una strada viene rilevato nel tempo (misurato in ore) il passaggio del numero di veicoli riportato (in opportune unità di misura) nella tabella seguente. Che traffico si prevede per le 8:00 se si utilizza un modello AR(1)?

Ora	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Traffico	3	4	4	5	5	[N]

Soluzione

DOMANDA C1 [6 CFU] (9 punti)

Su quali variabili di stato occorre **al minimo** agire per stabilizzare mediante una legge di controllo algebrica il sistema SISO caratterizzato dalla matrice dinamica sotto riportata?

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & [C] & -1 \\ 2 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -[N] \end{bmatrix}$$

Soluzione

DOMANDA C2 (8 CFU) (9 punti)

Al fine di reintrodurre una specie di predatori, si vuole studiare la sua dinamica e quella delle prede ad esso associate descritta in equazione 1), dove x_1 e x_2 rappresentano rispettivamente il numero di prede e di predatori, mentre y rappresenta il numero totale di animali.

$$1) \begin{cases} \dot{x}_1 = rx_1 \left(1 - \frac{x_1}{k}\right) - px_1x_2 \\ \dot{x}_2 = px_1x_2 - mx_2 + u \\ y = x_1 + x_2 \end{cases}$$

$$2) u = \begin{cases} 6 & \text{se } x_1 > 450 \text{ o } x_2 < 10 \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

La dinamica delle popolazioni è simulata nel foglio Excel riportato in immagine. Il metodo di Eulero è stato impiegato per discretizzare le equazioni dinamiche di stato usando un passo quadrimestrale $\Delta t = 4$ mesi (celle E8:F19). Il valore della variabile di uscita y è riportato in celle G8:G19.

In $t=0$, il sistema è privo di predatori. Il numero di predatori inseriti è descritto da u , in equazione 2), riportato in celle D8:D19.

Scrivete le formule contenute nel foglio di calcolo alle celle nelle colonne D, E, F e G della riga relativa a [N] in colonna B sapendo che sono state copiate e incollate senza modifiche nelle rispettive colonne (D8:G19).

Es. per [N]=4, D11=....; E11=....; F11=....; G11= ...;

È possibile ridurre le approssimazioni introdotte dalla discretizzazione del modello, senza modificare il passo di discretizzazione Δt ?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2		parametri X₁		parametri X₂		condiz. iniziali		Δt		
3		r	k	p	m	x ₁ (0)	x ₂ (0)	4		
4		2.60	500.00	0.00017	0.10	500	0			
5										
6		simulazione								
7		[N]	t	u	x ₁	x ₂	y			
8		1	4	0	500	0	500			
9		2	8	6	500	0	500			
10		3	12	6	500	24	524			
11		4	16	6	492	47	538			
12		5	20	6	476	68	544			
13		6	24	6	455	86	541			
14		7	28	0	429	103	532			
15		8	32	0	401	91	492			
16		9	36	0	378	80	458			
17		10	40	0	360	68	428			
18		11	44	0	346	58	404			
19		12	48	0	336	48	384			
20										

Colonna D:.....

Colonna E:.....

Colonna F:.....

Colonna G:.....

DOMANDA D (max 5 righe) (3 punti)

Un sistema dinamico con ingresso $u(t) = \sin(0,2t)$ produce, a transitorio esaurito, un'uscita $y(t)=0,0001\sin(0,2)$. Può trattarsi di un sistema lineare? Perché?

.....

.....

.....

.....

.....

SEGNARE CON UNA CROCETTA LE RISPOSTE CORRETTE

<p>DOMANDA E [tutti] (1 punto)</p> <p>La stima ricorsiva ai minimi quadrati (possibili più risposte):</p>	<p><input type="checkbox"/> Si applica solo a modelli lineari nei parametri</p> <p><input type="checkbox"/> Dà la stessa soluzione della stima in blocco</p> <p><input type="checkbox"/> Evita l'inversione di una matrice</p> <p><input type="checkbox"/> Utilizza una matrice di pesi fissata a priori</p>
<p>DOMANDA F [tutti] (1 punto)</p> <p>Per la previsione dell'SO₂ a Milano sono stati utilizzati dati relativi a:</p>	<p><input type="radio"/> Traffico</p> <p><input type="radio"/> Temperature</p> <p><input type="radio"/> Precipitazioni</p>



POLITECNICO
MILANO 1863

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

MODELLISTICA E SIMULAZIONE

2a parte: 6 febbraio 2023

Cognome e Nome:

Firma.....

CREDITI DEL CORSO	6	A	B	C1/C2	D	E-F	Voto:
	8						

ATTENZIONE!

- Completare gli esercizi relativi al proprio corso (**barrare** 8 CFU o 6 CFU).
- Non è consentito consultare libri, appunti, ecc.
- Le risposte devono essere **giustificate e riportate su questi fogli** (utilizzando anche il retro).
- Nel testo [C] rappresenta **il numero di lettere** del cognome e [N] del nome.

Scrivete qui i valori per il vostro caso. [C] =; [N] =

DOMANDA A [tutti] (9 punti)

Per determinare se esiste una falda acquifera, una società può procedere ad una perforazione di prova. Quando la perforazione di prova incontra strati di roccia porosi (cosa che avviene con probabilità 0,3), nel 60% dei casi si trova una falda acquifera nel 40% invece non c'è. Se invece non si incontrano questi strati, all'80% non c'è una falda. Una falda acquifera (che esiste comunque nel 3*[N]% dei casi) dà un guadagno di 100, mentre se non la si trova c'è un danno di 5. A quale costo medio il pozzo di prova è conveniente?

Soluzione

DOMANDA B [tutti] (9 punti)

Si vuole creare un ospedale da campo sul luogo di una catastrofe naturale. Servono 500 tende e 10 t di medicinali. Il materiale può essere trasportato via treno, con un costo di 20 € per una tenda e 80 € a tonnellata di medicinali, o con dei camion, al costo di 25 € per la tenda e 70 €/t di medicinali. Ogni tenda pesa 100 kg e si sa che col treno si possono portare al massimo 25 tonnellate di materiale (tende e medicinali). Si formuli un programma lineare che consenta di calcolare il minimo costo totale di trasporto e si determini la soluzione ottima.

Soluzione

DOMANDA C1 [6 CFU] (9 punti)

Siete i responsabili della realizzazione di un software per la gestione di intersezioni semaforizzate. Avete individuato le seguenti fasi (alcune delle quali possono essere svolte in parallelo), per le quali avete stimato i mesi necessari per il loro completamento (tra parentesi):

- | | | |
|--|---|---------------------------------|
| 1- raccolta dati (6); | 2- analisi dei requisiti (2); | 3- progettazione ([C]); |
| 4- colloqui per la ricerca di programmatori (1); | 5- pratiche per l'assunzione del personale (1); | |
| 6- addestramento del personale (2); | 7- realizzazione di un prototipo (4); | |
| 8- test (1); | 9- ingegnerizzazione (2); | 10- campagna pubblicitaria (4). |

Le precedenze sono: 3 segue 2; 6 segue 5 che segue 4; 7 segue 3 e 6; 8 segue 7 e 1; infine 9 segue 8. Si determini il tempo minimo per il completamento del progetto e si individuino le fasi critiche.

Soluzione

DOMANDA C2 (8 CFU) (9 punti)

L'azienda di componenti MINIT produce un materiale specifico dalle due fabbriche che possiede, e fornisce il suo prodotto a 4 clienti diversi, C1, C2, C3 e C4. L'azienda deve decidere in quale delle due fabbriche convenga produrre e spedire i propri prodotti per rifornire i propri clienti. Ogni cliente ha una domanda di prodotti diversa, che deve essere sempre soddisfatta. Inoltre, ogni fabbrica ha una capacità massima di produzione. L'azienda usa il foglio Excel in figura per giungere ad una soluzione che minimizzi i costi di trasporto.

Le variabili di decisione, ovvero il numero di prodotti x_{ij} spediti dalla fabbrica i al cliente j, sono riportate in celle G13:J14.

Le distanze tra fabbrica e cliente d_{ij} sono riportate in celle G4:J5. I costi per trasportare i prodotti di una fabbrica ad un cliente sono descritti dall'equazione 1 e calcolati in celle G16:J17. Il valore dell'obiettivo, ovvero i costi totali, è riportato in cella G20.

I valori da vincolare, ovvero il numero di prodotti venduti ad ogni cliente e la massima capacità di produzione della fabbrica, sono riportati in celle G8:J8 e C13:C14 rispettivamente.

Scegliete una colonna G:J a seconda di [N], come indicato da celle G2:J2. Inserite le formule per i costi di trasporto dei prodotti e per i vincoli sulla domanda dei clienti relativi la colonna selezionata, in modo che possano essere copiate e incollate senza modifiche nelle celle circostanti. Completate anche la cella C13 e G20. (Es. per [N] = 5; H8 = ...; H16 = ...; C13 = ...; G20= ...). Infine, identificate la cella obiettivo, le celle variabili e i vincoli da inserire nella finestra *Parametri del Risolutore* per ottenere una soluzione ottima del problema.

$$c_{ij} = \text{segno}(x_{ij}) * d_{ij} + x_{ij} * d_{ij} \quad (1)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2						N	1-3	4-6	7-9	10 +	
3					distanze d_{ij}	cliente j	C1	C2	C3	C4	
4					fabbrica i	Fabbrica 1	4	18	12	16	
5						Fabbrica 2	9	28	24	21	
6											
7						Vincoli	C1	C2	C3	C4	
8							30	5	35	40	
9							≤	≤	≤	≤	
10							30	25	35	40	
11											
12		Vincoli					variabili di decisione x_{ij}				
13		Fabbrica 1	40	=	40		0	0	35	5	
14		Fabbrica 2	70	=	70		30	5	0	35	
15											
16						costi c_{ij}	0	0	432	96	
17							279	168	0	756	
18											
19							tot costi				
20							1731				
21											

Riga 8:.....

Riga 16:.....

C13:.....

G20:.....

Parametri risolutore: Obiettivo.....Variabili.....Vincoli.....

DOMANDA D [tutti] (max 5 righe) (3 punti)

In quali casi l'algoritmo delle etichette per determinare il cammino minimo su un grafo non trova una soluzione?

.....

.....

.....

.....

.....

SEGNARE CON UNA CROCETTA LE RISPOSTE CORRETTE

<p>DOMANDA E [tutti] (1 punto) Le variabili di decisione di un problema di flusso massimo sono:</p>	<p><input type="radio"/> Intere <input type="radio"/> Binarie <input type="radio"/> Reali</p>												
<p>DOMANDA F [tutti] (1 punto) La tabella riporta i guadagni di un'azienda al variare della decisione, A1,A2,A3 e delle condizioni esterne B1 e B2. Quali sono le scelte ottime col criterio della prudenza e del valor medio (supponendo B1 e B2 equiprobabili)?</p> <table border="1" data-bbox="167 1160 683 1326"><thead><tr><th>Decisioni\ω</th><th>B1</th><th>B2</th></tr></thead><tbody><tr><td>A1</td><td>8</td><td>22</td></tr><tr><td>A2</td><td>[N]+[C]</td><td>10</td></tr><tr><td>A3</td><td>20</td><td>7</td></tr></tbody></table>	Decisioni\ω	B1	B2	A1	8	22	A2	[N]+[C]	10	A3	20	7	<p><input type="radio"/> A1, A2 <input type="radio"/> A1, A3 <input type="radio"/> A2, A3 <input type="radio"/> A2, A2 <input type="radio"/> A2, A1 <input type="radio"/> A3, A1</p>
Decisioni\ω	B1	B2											
A1	8	22											
A2	[N]+[C]	10											
A3	20	7											