COMPITO A

COGNOME: NOME: MATRICOLA:

Il presente scritto è relativo a 5 cfu. Indicare se si dovranno verbalizzare:

- ☐ 5 cfu di Automazione Manifatturiera
- ☐ 6 cfu di Automazione Manifatturiera
- ☐ 10 cfu di Robotica e Automazione
- ☐ 12 cfu di Automazione e Robotica con Laboratorio

N.B. Il presente foglio va consegnato unitamente al compito

1. Una linea di produzione è composta da N macchine aventi tutte una probabilità di riparazione 10 volte quella di guasto.
   (a) Supponendo $N = 5$ e che non ci siano buffer intermedi, calcolare l'efficienza della linea e il tempo che in media questa rimane ferma in un intervallo di osservazione di 100 unità di tempo [3+2pt]
   (b) Calcolare il numero massimo N di macchine che, sempre nell'ipotesi di buffer intermedi nulli, garantiscono un'efficienza della linea almeno pari al 50% [4pt]
   (c) Considerare ora il caso di una macchina isolata (ossia $N = 1$) e assumere che la sua probabilità di guasto sia $p = 0.1$. Calcolare la probabilità che il primo guasto della macchina si verifichi dopo almeno 10 unità di tempo [2pt]
2. Un sistema di produzione produce 7 tipi di parti (A, B, C, D, E, F, G) utilizzando 5 tipi di macchine $(1, 2, 3, 4, 5)$, secondo la matrice di incidenza parte/macchina riportata qui di seguito. Applicare l'algoritmo di Rank Order Clustering per individuare le celle e le famiglie in cui può essere suddiviso l'impianto [5pt]

	A	B	C	D	E	F	G
1		1					
2	1		1				1
3			1				1
4					1	1	
5				1		1	

3. Si consideri un sistema di produzione di tipo PULL che produce due tipi di parti con tempi di setup trascurabili. I tassi massimi di produzione e di domanda per le due parti sono rispettivamente: $\mu_1 = 3$, $\mu_2 = 4$, $d_1 = 1$ e $d_2 = 2$. Si vuole minimizzare l'indice di costo $J = \int_0^\infty [g_1(x_1(t)) + g_2(x_2(t))]\, dt$, dove $g_i(x_i) = |x_i|$ per $|x_i| < 1$ e $g_i(x_i) = x_i^2$ per $|x_i| \geq 1$ $(i = 1, 2)$.
   (a) Riportare sul piano (x_1, x_2) la politica ottima [7pt]
   (b) Calcolare il costo della traiettoria ottima dal punto $(-1, -1)$ e confrontarlo col costo della traiettoria che porta i buffer a 0 sempre da $(-1, -1)$ ma seguendo il percorso più breve (cioè quello diretto). Quale costo risulta minore? [4pt]
   (c) Calcolare il tempo minimo che occorre per portare i buffer dal punto $(1, -5)$ all'origine [4pt]

1a) $\text{eff}_{tp} = \dfrac{1}{1 + \sum_{i=1}^{N} p_i/r_i} = \dfrac{1}{1 + N \frac{\cancel{p}}{10 p}} = \dfrac{1}{1 + 5/10} = \dfrac{1}{1.5} = \underline{0.67}$

$T - U$ = tempo medio linea ferma. $\dfrac{U}{T} = \text{eff}_{tp} \Rightarrow U = T \cdot \text{eff}_{tp}$

$\Rightarrow T - U = T(1 - \text{eff}_{tp}) = 100(1 - 0.67) = \underline{33.3}$ unità di tempo

1b) $\dfrac{1}{1 + N \cdot 0.1} \geq 0.5 \quad 1 \geq 0.5(1 + 0.1 N) \quad 2 \geq 1 + 0.1 N \Rightarrow 0.1 N \leq 1 \Rightarrow \boxed{N \leq 10}$

1c) $p = 0.1$ ~~[illegible]~~ Il primo guasto avviene dopo almeno 10 u.t. se e solo se $t_f \geq 10$. Ora, $\text{prob}\{t_f \geq 10\} = \sum_{k=10}^{\infty} (1-p)^{k-1} p =$

$= p(1-p)^9 \sum_{k=0}^{\infty} (1-p)^k = p(1-p)^9 \cdot \dfrac{1}{1-(1-p)} = (1-p)^9 = \underline{0.38}$

B

2)

	A	B	C	D	E	F	G
1		1					
2	1		1				1
3			1				1
4					1	1	
5				1		1	

$\Rightarrow$

	A	B	C	D	E	F	G
2	1		1				1
1		1					
3			1				1
5				1		1	
4					1	1	

$\Rightarrow$

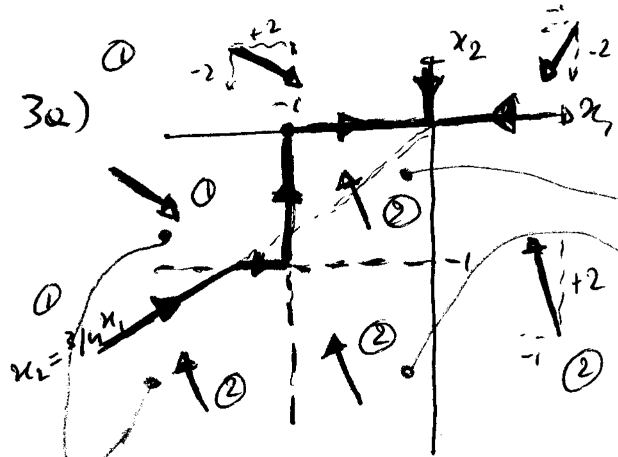
	C	G	A	B	F	D	E
2	1	1	1				
1				1			
3	1	1					
5					1	1	
4					1		1

$\Rightarrow$

	C	G	A	B	F	D	E
2	1	1	1				
3	1	1					
1				1			
5					1	1	
4					1		1

Famiglie: $\{C, G, A\}$ - $\{B\}$ - $\{F, D, E\}$
Celle: $\{2, 3\}$ - $\{1\}$ - $\{4, 5\}$

3a)



Nel 3° q. occorre confrontare $\mu_1 \frac{dg_1}{dx_1} \gtrless \mu_2 \frac{dg_2}{dx_2}$

$x_1, x_2 \in (-1, 0) \to 3 \cdot (-1) \gtrless 4 \cdot (-1)$ vince ②

$x_1 \in (-1, 0),\ x_2 < -1 \to 3 \cdot (-1) \gtrless 4 \cdot 2x_2$

$-4 \gtrless 8x_2 \quad -\frac{1}{2} \gtrless x_2$ è $x_2 < -\frac{1}{2}$

sempre in questa regione: vince ②

$x_1 < -1,\ x_2 \in (-1, 0) \to 3 \cdot 2x_1 \gtrless 4 \cdot (-1) \to 6x_1 \gtrless -4 \to x_1 \gtrless -\frac{2}{3}$

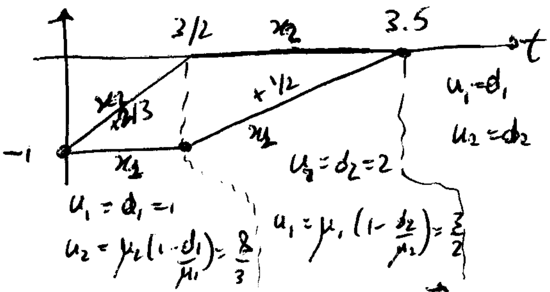
è sempre $x_1 < -2/3$ in questa regione $\to$ vince ①

$x_1, x_2 < -1 \to 6x_1 \gtrless 8x_2 \to x_2 \gtrless \frac{3}{4} x_1$ Vince ① sopra la retta $x_2 = \frac{3}{4} x_1$

" ② sotto.

N.B. $\frac{dg_i}{dx_i} = -1$ se $x_i \in (-1, 0)$ e $\frac{dg_i}{dx_i} = 2x_i$ se $x_i < -1$.

3b)

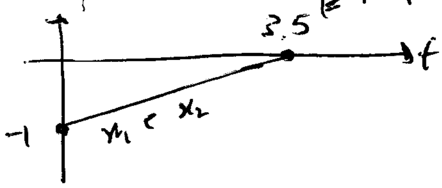


traiettoria ottima da $(-1, -1)$.

$J^* =$ area delle due curve (perché $x_i \in (-1, 0)$ e $g_i(x_i) = -x_i$) $= \left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \frac{3}{2}\right) + \left(\frac{3}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2}\right) = \underline{3.25}$

(= tempo della politica ottima: Tclear è lo stesso se lasciamo el max buffer repentini)

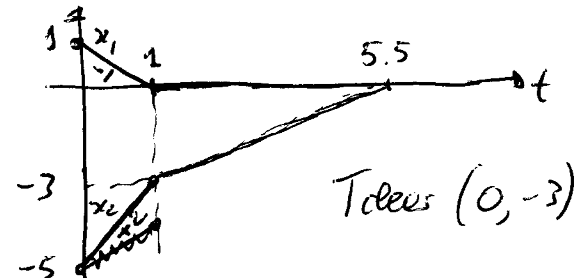
Traiettoria diretta:



$J = \left(1 \cdot 3.5 \cdot \frac{1}{2}\right) \cdot 2 = \underline{3.5 > J^*}$

perché due curve sovrapposte (x_1 e x_2)

3c)



$T_{clear} = 1 + T_{clear}(x_1(1), x_2(1))$
$x_1(1) = 0$, $x_2(1) = -3$

$T_{clear}(0, -3) = \frac{3/\mu_2}{1 - \rho} = 4.5$

$T_{clear} = 1 + 4.5 = \underline{5.5}$