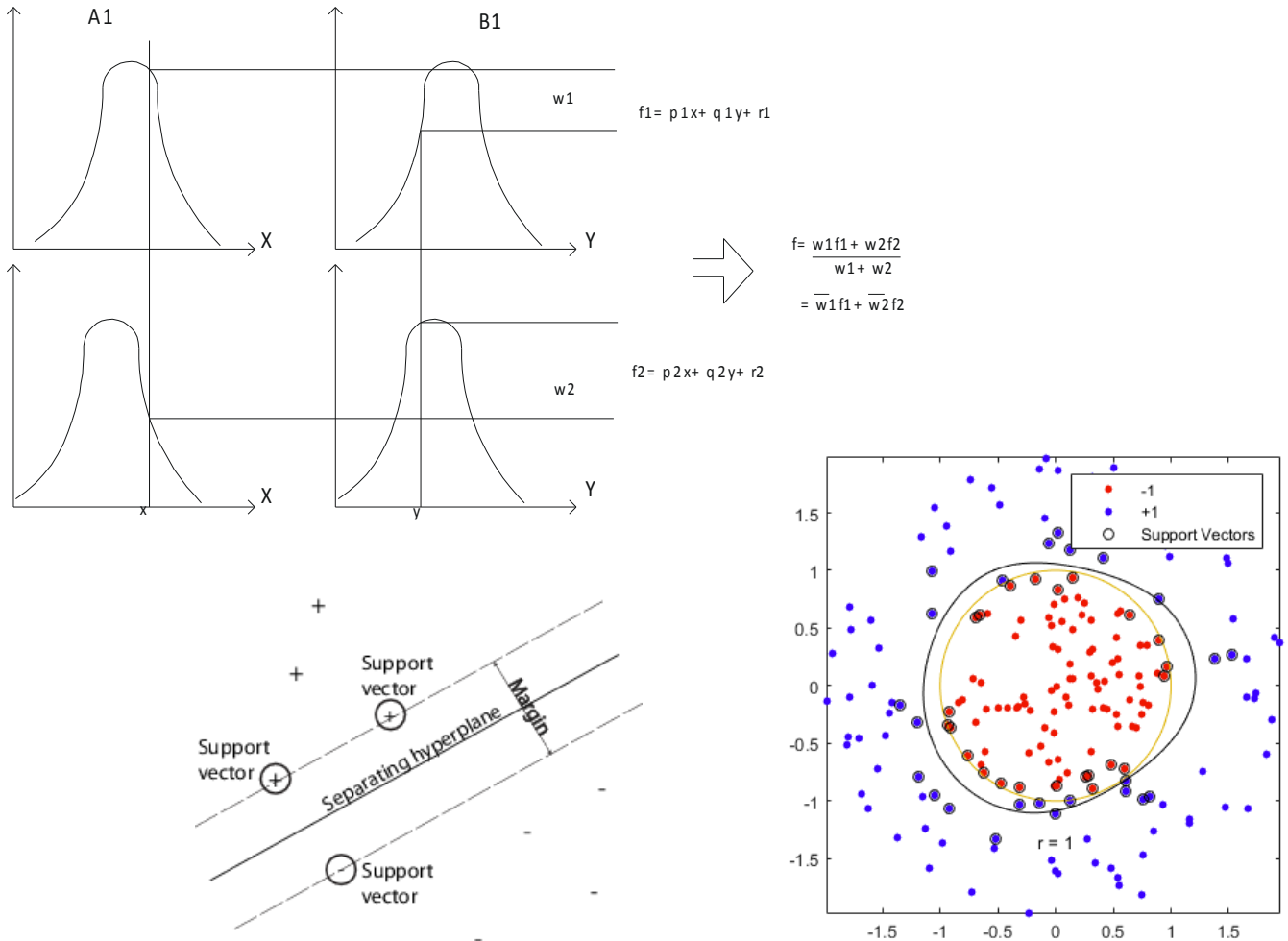




Nome: _____ Matrícula: _____



2ª PROVA ICIN 1º/2015

Questão 1: As seguintes sentenças são Verdadeiras ou Falsas? Caso considere algum item falso, é necessário justificar. (Se alguma parte da sentença é falsa, considere a sentença falsa. É necessário indicar todas as partes falsas).

- (0,5) A psicologia do ser humano (mais especificamente, o processo decisório baseado em regras de comportamento) serve de inspiração para os sistemas especialistas baseados em inferência *fuzzy*. Neste contexto buscam-se regras que permitem, entre outros, justificar o comportamento. É o chamado “componente” de explicação, não disponível nas Redes Neurais Artificiais nem tampouco nos sistemas ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System).
- (0,5) O treinamento híbrido adotado no sistema ANFIS é mais rápido que o treinamento de uma rede MLP, pois apenas uma das camadas é treinada por gradiente descendente. O algoritmo dos mínimos quadrados, adotado no passo “*feed-forward*” é computacionalmente muito eficiente e rápido.
- (0,5) Um paradoxo leva ao colapso de um sistema baseado em lógica booleana. Em lógica *fuzzy* um paradoxo é representado pelo valor 0,5 e é processado de forma natural pela inferência aproximada. Na realidade, todas as regras, mesmo as parcialmente satisfeitas, compõem a inferência *fuzzy*.
- (0,5) A atuação (sinal “u”) de um controlador *fuzzy* é, matematicamente, o mapeamento não-linear das entradas na saída do sistema. Para cada valor da referência e do sinal de erro tem-se o valor do atuador. Considerando-se, no entanto, que várias parâmetros das funções de pertinência (formato, número, posição) podem produzir o mesmo mapeamento não-linear podemos dizer que várias realizações *fuzzy* são possíveis para um certo mapeamento.

Questão 2: (2,5) Uma máquina de vetores de suporte, SVM, é ótima em termos estatísticos de separação entre classes.

Considere a classificação de dados pertencentes às classes A \cdot , B \times e C \bullet , figura (a). O número de pontos de treinamento para cada classe é $\{100, 400, 500\}$, respectivamente. A figura (b) mostra o resultado da classificação utilizando-se MLP com 30 neurônios. A figura (c) mostra o treinamento com a função LVQ 2.1, com taxa de aprendizagem 0,1 e 30 vetores de código. Neste caso, a atribuição de classes aos vetores é feita automaticamente pela função $lvqnet$ ($netl=lvqnet(dados,0.1,learnl1)$). As posições iniciais dos vetores de código são $netl.IW\{1\}=randn(size(netl.IW\{1\}))$.

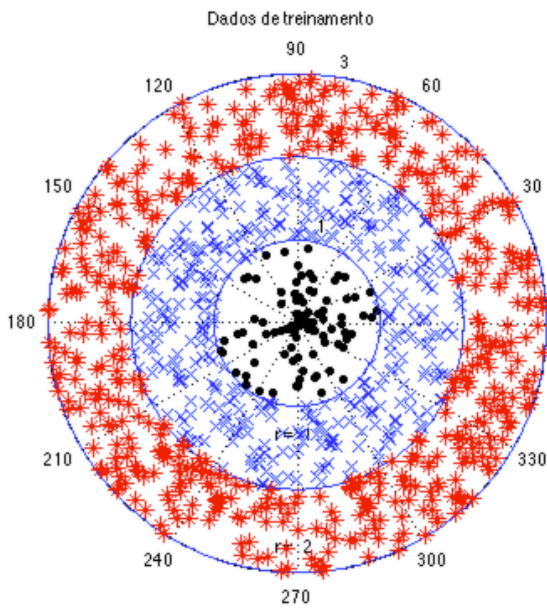


figura (a)

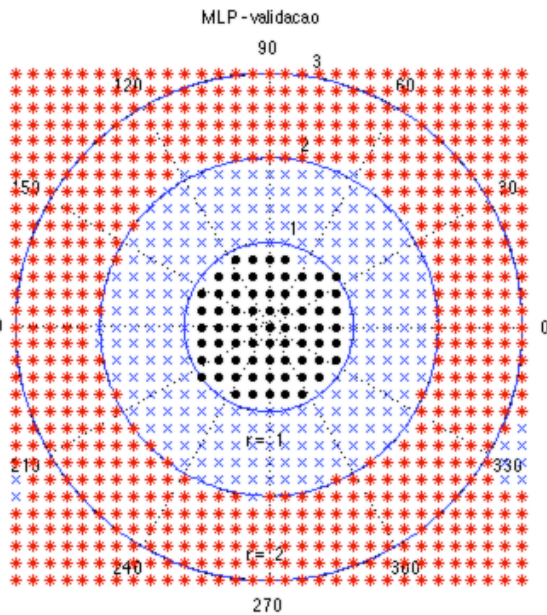


figura (b)

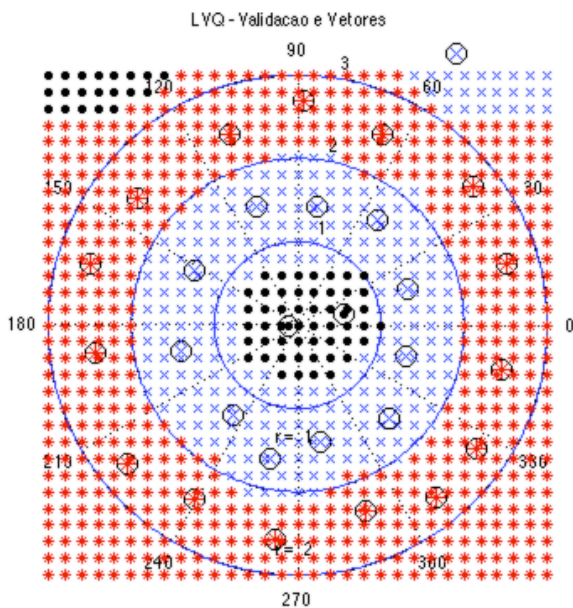


figura (c)

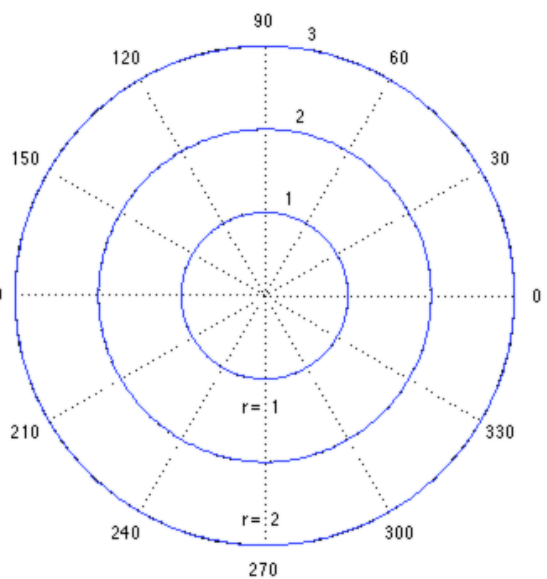


figura (d)

- (1,0) Utilizando 30 vetores, apresente na figura (d) uma configuração plausível de vetores de suporte (SVM) para a classificação dos dados mostrados na figura (a).
- (0,5) Por quê a classe A (\cdot) é tão mal representada com o classificador LVQ? Que artifício poderia ser utilizado na função $lvqnet$ para melhorar a representação desta classe?
- (0,5) Por quê os cantos superiores (esquerda e direita) na figura (c) são classificados incorretamente?
- (0,5) Quantos neurônios participam na figura (b), da classificação de pontos nas classes A, B e C?

Questão 3: (3,0) Considere o projeto de uma “máquina de lava roupa inteligente”.

As seguintes características são desejáveis:

- Economia de energia
- Economia de água
- Operação rápida

Os seguintes sensores/atuadores são usuais, porém outros poderiam ser propostos

- Motor principal do tambor - lavagem
- Válvula de admissão de água
- Válvula e moto-bomba - ejeção de água
- Válvula de admissão de sabão em pó/alvejante
- Resistência de aquecimento da água
- Sensor de nível da água
- Detector de espuma
- Sensor de temperatura da água
- Foto-emissor e foto-detector – transparência da água
- Indicador de peso da roupa
- Micro-controlador de 8 bits (e. g. ATmega8: RISC, timer, interrupção, conversor A/D, PWM, serial).



Call up later, dad. Mom is discussing mathematics with our intelligent washing machine.

Apresente e justifique o projeto de duas malhas de controle *fuzzy* que tornem uma máquina de lavar “inteligente”.

Em cada controlador *fuzzy* detalhe

- O conhecimento especialista específico utilizado,
- Regras propostas e a superfície de controle correspondente,
- Comparação com o correspondente funcionamento de uma máquina de lavar convencional,
- Quais os sensores/atuadores necessários?

Questão 4: (2,5) Considere os seguintes conjuntos de regras para inferência *fuzzy* de Mamdani e de Sugeno para o controle de um processo de nível de líquidos de 3ª ordem conectado em cascata.

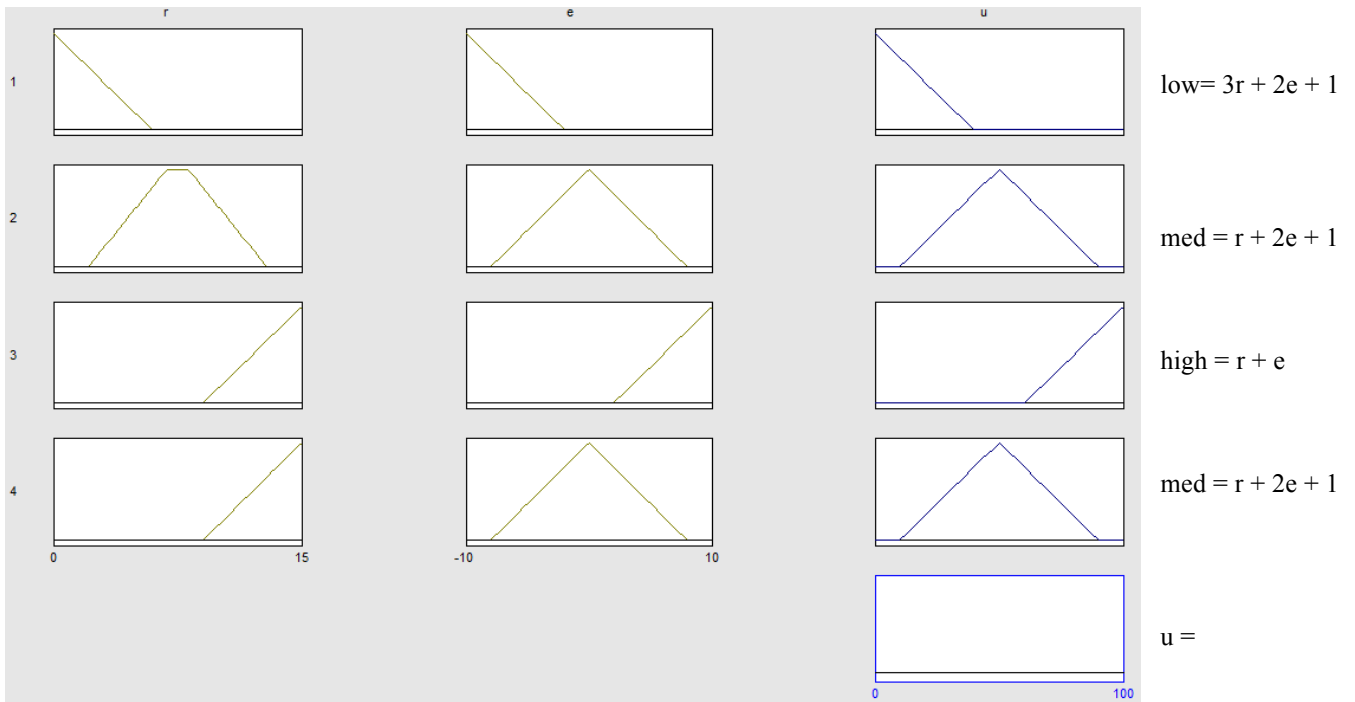
A entrada do processo é uma vazão volumétrica [cm^3/s]. A variável manipulada é o sinal de PWM, u , aplicado a uma moto-bomba de 12 V. A variável controlada é o nível y , medido em cm , do terceiro tanque. O setpoint, r , é dado em cm . $e = r - y$.

$r = \{lo, me, hi\}$, $e = \{neg, zero, pos\}$, $u = \{low, med, high\}$



Mamdani

Sugeno



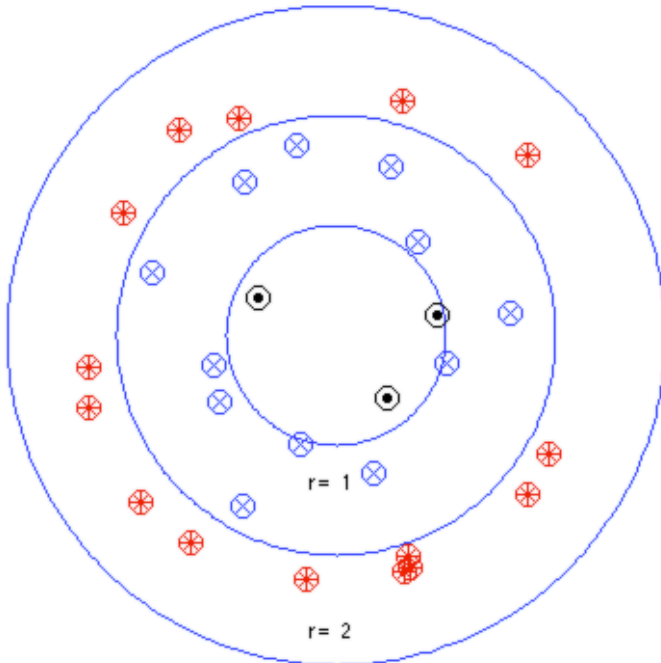
- a) (0,5) Considerando que as mesmas regras são utilizadas nas duas metodologias, apresente o conjunto de regras utilizadas na forma IF ... AND THEN ...
- b) (1,0) Qual o valor, com a precisão disponível nos gráficos, do sinal do atuador u se $r = 3$ e $e = -2$, pelo método de Mamdani? Repita os cálculos para $r = 12$ e $e = 5$.
- c) (1,0) Aplique agora o método de Sugeno, para os valores de r e e do item b)

Questão 1:

- a) F – Anifs possui componente de explicação pois a inferência é baseada em um conjunto de regras (fuzzy).
- b) F – A afirmativa não pode ser generalizada. Se tivermos condições iniciais que perterçam à uma bacia de atração de um mínimo local “ruim”, o treinamento terá que ser reinicializado. Prolongando-se o treinamento de forma imprevisível.
- c) V
- d) V

Questão 2:

- a) Considerando a distribuição de dados de treinamento por classe, dos 30 vetores de código teríamos:
 - 3 vetores, x – 12 vetores e * 15 vetores.
 Os vetores de suporte da classe x precisam delimitar duas fronteiras, enquanto os vetores de suporte . e * só uma.



- b) A classe (.) é mal representada por quê tem poucos vetores. Um a forma de melhorar a classificação é replicando os dados de treinamento associados a esta classe.
- c) Devido à inicialização utilizada (randn()). Eles levam a neurônios mortos (“dead neurons”), nunca vencem.
- d) Como é uma rede MLP, todos os 30 neurônios na classificação.

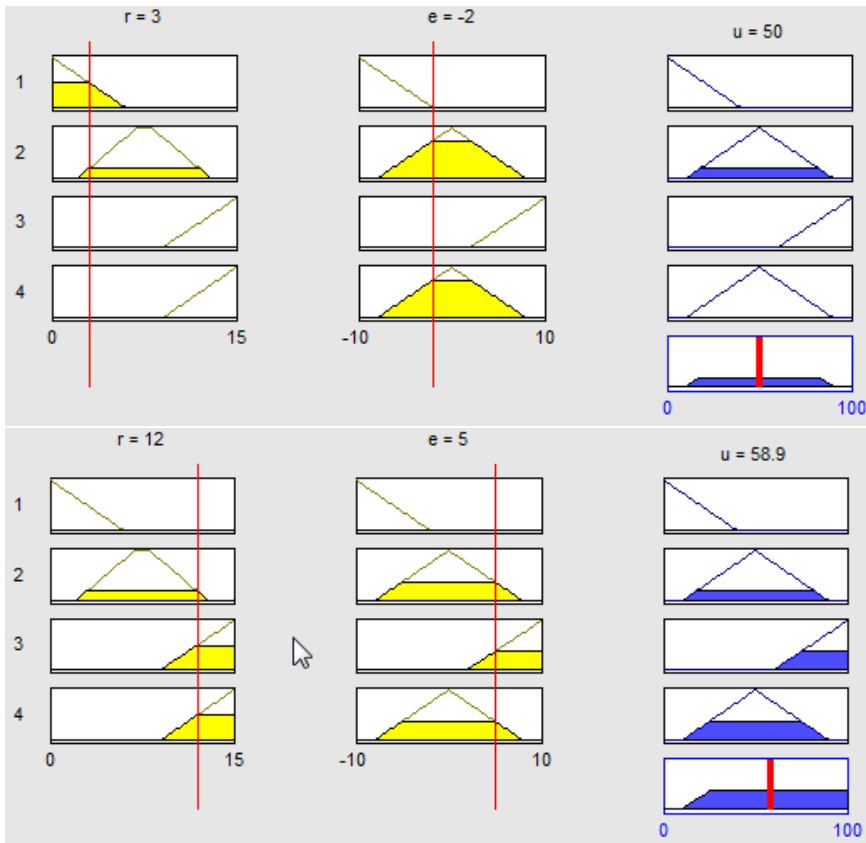
Questão 3:

- A) Tempo de Lavagem em função do Grau de sujeira da roupa → Economia de energia.
- Conhecimento especialista: roupa mais suja e precisa de mais tempo de lavagem. Aquecer a roupa reduz o tempo de lavagem.
 - Regras: IF grau_de_sujeira IS alto THEN tempo_lavagem IS alto AND temperatura IS ALTA
 IF grau_de_sujeira IS baixo THEN tempo_lavagem IS baixo AND temperatura IS media
 IF grau_de_sujeira IS medio THEN tempo_lavagem IS medio AND temperatura IS media
 - Na máquina convencional o tempo de lavagem e a temperatura são estabelecidas a priori por programas pré-codificados.
 - Sensor de sujeira (transparência da água – foto emissor e foto detector); Sensor de temperatura da água.
- B) Quantidade de água e sabão em função do peso da roupa → Economia de energia.
- Conhecimento especialista: a quantidade de água e e sabão em pó é proporcional à quantidade de roupa.
 - Regras: IF quant_roupa IS alto THEN quant_agua IS alto
 IF quant_roupa IS baixo THEN quant_agua IS baixo
 IF quant_roupa IS medio THEN quant_agua IS medio
 - Na máquina convencional a quantidade de água é estabelecidas a priori por programas pré-codificados.
 - Célula de carga (Strain Gauge) permite pesar a roupa.

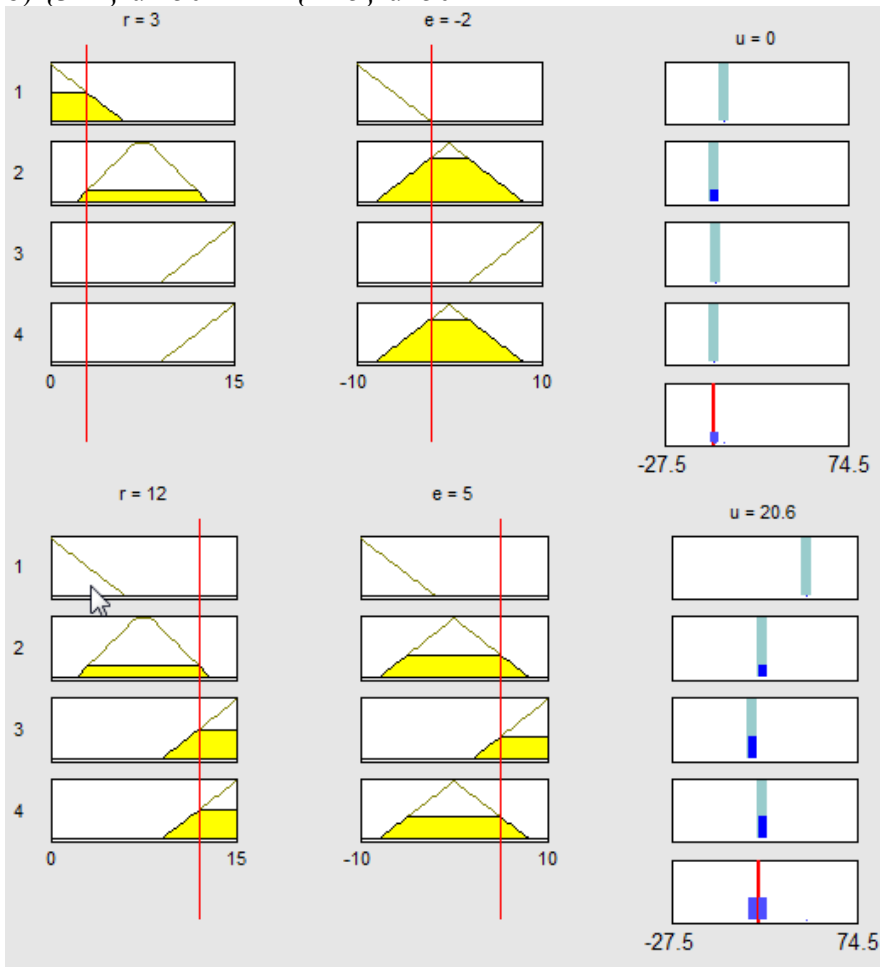
Questão 4:

1. If (r is low) and (e is neg) then (u is low) (1)
2. If (r is med) and (e is zero) then (u is med) (1)
3. If (r is high) and (e is pos) then (u is high) (1)
4. If (r is high) and (e is zero) then (u is med) (1)

a)



b) $\{3 -2\} u=50$ $\{12 5\} u=50$



c) $\{3 -2\} u = 0$ $\{12 5\} u=20,6$