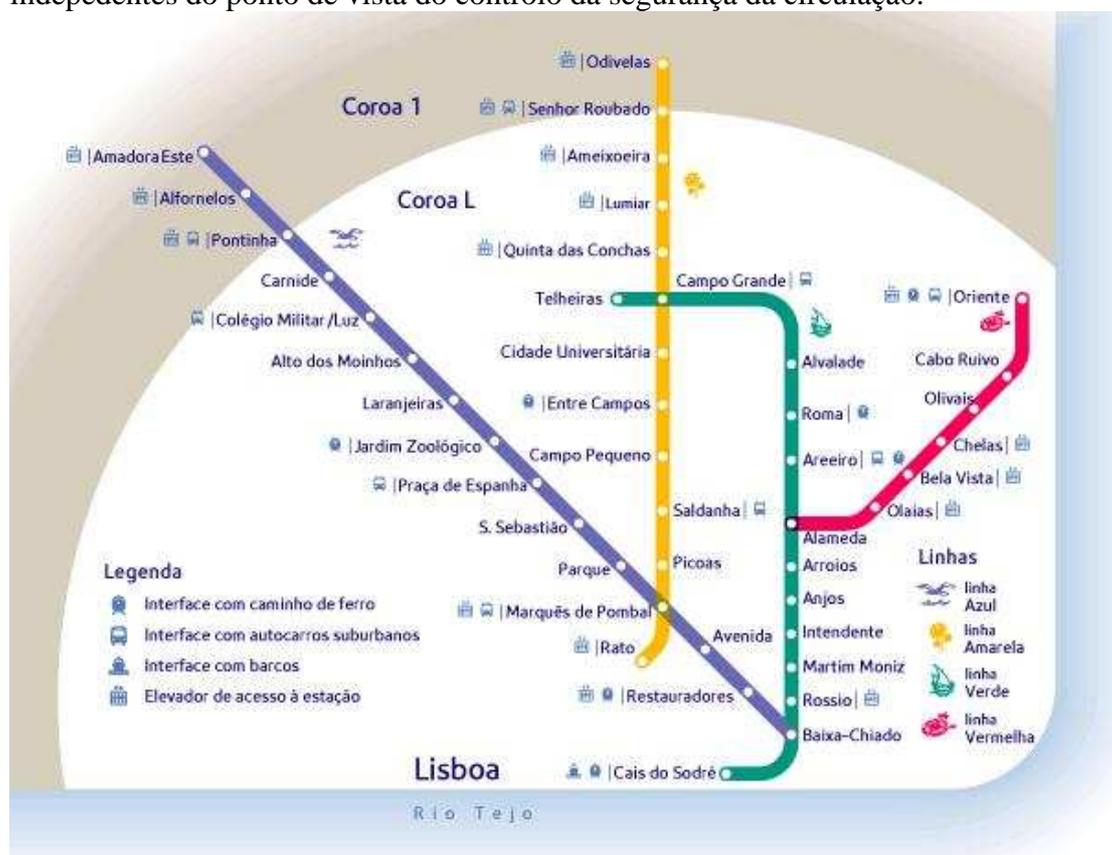


Nota: Justifique cuidadosamente todas as respostas

Duração total da prova: 1ª PARTE + 2ª PARTE: 2h00 (sem tolerância)

1ª PARTE (12 val.)  
(sem consulta)

1. Uma empresa de metropolitano encomenda-lhe um estudo para uma rede industrial com a qual se pretende controlar a sua rede de comboios e estações, ilustrada na figura a seguir (que lamentavelmente não inclui a estação de acesso ao *Rock in Rio Lx*). Na concepção da rede de comunicação deve tomar-se em consideração o facto de que as diferentes linhas de metro não se encontram ao mesmo nível, nas estações em que há ligação, de forma que podem ser consideradas entidades virtualmente independentes do ponto de vista do controlo da segurança da circulação.



Pretende-se que a rede de comunicação ofereça a um centro de decisão único (centralizado) as seguintes funcionalidades

- Controlar a posição instantânea de cada composição na rede, através de um sensor de passagem de comboio à entrada de cada linha numa estação, outro à saída e outro ainda entre estações consecutivas;
- Monitorizar o estado (on/off e ok/defeituoso) de 8 câmaras vídeo por estação;
- Monitorizar o estado (on/off e watchdog\_counting/watchdog\_timeout) das unidades de controlo da alimentação eléctrica aos diferentes troços da linha;
- Permitir o envio de alarmes de incêndio (mensagens não-solicitadas) por sensores (16 por estação);
- haverá ainda sensores de passagem nas extremidades da linha, actuadores para as agulhas e actuadores que permitirão o corte selectivo da alimentação de

energia eléctrica às diferentes secções da linha. Admita que cada secção de alimentação é constituída pela linha ao longo do cais duma estação e o troço anterior entre estações;

- Mecanismo de segurança (*watchdog*), graças ao qual se uma unidade de controlo da alimentação não receber uma mensagem WD\_PING durante pelo menos 15 segundos, deve desligar imediatamente a alimentação do troço por si controlado,

Posto isto, considere e dê resposta às questões seguintes.

- a) Discuta os méritos/deméritos de diferentes topologias/tecnologias possíveis para a sua rede, incluindo obrigatoriamente as seguintes: estrela – anel – barramento – sem fios. Não deixe de apontar a sua preferência, justificando.
- b) Proponha um protocolo que garanta a troca dos comandos e dados acima indicados nas melhores condições de segurança e eficiência que lhe pareça possível, tendo presentes as condições e exigências operacionais. Diga explicitamente quais os dados que serão transmitidos a pedido do centro operacional e quais deverão surgir por iniciativa dos terminais
- c) Determine o valor mínimo do débito binário (*baud-rate*) a que deverão operar as ligações da sua rede de modo a garantir uma “fotografia” de todo o dispositivo 5 em 5 segundos (e simultaneamente as exigências do serviço de *watchdog*)
- d) Nas condições determinadas acima e com uma probabilidade de erro de bit  $BER=5*10^{-5}$ , estime a probabilidade de um falso disparo do mecanismo de *watchdog*, ou seja, de um disparo fruto de erros de comunicação e não duma quebra efectiva da ligação de dados.

## **2ª PARTE (8 val.) (com consulta)**

1. Elabore uma breve análise comparativa entre quaisquer dois dos três protocolos seguintes: CAN / Ethernet / ZigBee.
2. Compare criticamente as abordagens *connection-oriented* / *connectionless* no estabelecimento de sessões de comunicação no contexto de aplicações de controlo industrial em tempo real.
3. Compare criticamente diferentes soluções para o problema do controlo de erros mais utilizadas no contexto das comunicações em barramentos industriais. Pode contrastar a realidade dos barramentos industriais com o que se passa p. ex. com o protocolo MIDI, se tiver algum conhecimento deste.
4. Explique de que forma deve funcionar um esquema de endereçamento de dispositivos-escravo (num contexto de interacção *master-slave*) que permita visar:  
i) individualmente cada nodo de uma rede, ii) grupos de componentes da rede (por salas, p.ex.) e iii) todos os nodos ao mesmo tempo.