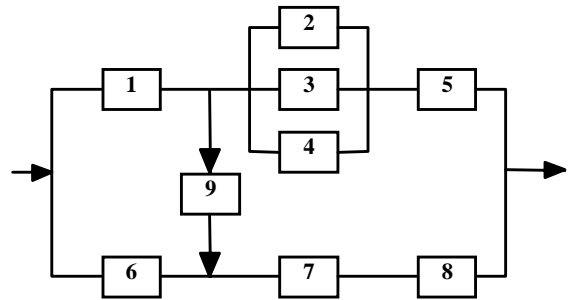


Responda pela ordem que lhe for conveniente. As questões apresentadas a seguir têm, em princípio, todos os elementos necessários para a resposta. Se, no entanto, entender que alguma dúvida subsiste, **faça as suposições que considerar necessárias** (sem cair em situações triviais) indicando-as claramente antes da resposta.

- Um sistema é constituído por um módulo do tipo A (MTTF= 10^5 h), em série com dois módulos do tipo B (MTTF= 10^4 h) que estão em paralelo. Cada um deles pode ter módulos análogos em *stand-by*, dispondo-se de verba para um total de três desses módulos (A ou B). Que módulos adquiriria e como os distribuiria? Suponha uma missão de 1000 h, em que os módulos em reserva não avariaram e o *switching* é perfeito.

- Considere o sistema da figura, no qual o componente 9 é unidireccional e o grupo {2,3,4} tem redundância 2/3. Os componentes avariaram em média duas vezes em cada três anos de funcionamento.



- Identifique, por inspecção, todos os cortes mínimos de ordem inferior a 4.
 - Para uma missão de 1500 h, calcule a fiabilidade do sistema. Compare com a situação em que o componente 9 não existe. Equacione economicamente o interesse de manter esse componente.
 - Em funcionamento contínuo, é possível reparar os componentes ($r=100$ h). Calcule, para o sistema, o número médio de interrupções por ano e o tempo médio de duração das interrupções.
- Um sistema de protecção ambiental é constituído por dois módulos iguais que têm que funcionar simultaneamente, existindo ainda um módulo de reserva (todos com $m=1$ ano, $r=5$ dias). A operação de substituição demora, em média, 4 h.
 - Desenhe o diagrama de estados para o sistema, supondo que não há avarias depois do sistema ser desligado, nem avarias dos componentes em reserva. Represente e defina todas as taxas de transição. Identifique os estados de funcionamento e avaria do sistema.
 - Supondo que acabou de ocorrer a primeira avaria, calcule as probabilidades dos diversos estados ao fim de duas horas, usando $\Delta t=1$ h.
 - Despreze agora a hipótese de uma reparação ser concluída antes de uma instalação e simplifique o diagrama. Agregue os estados de funcionamento e de avaria do novo diagrama, mostrando claramente como calculou as novas taxas de transição. Calcule a indisponibilidade média annual.