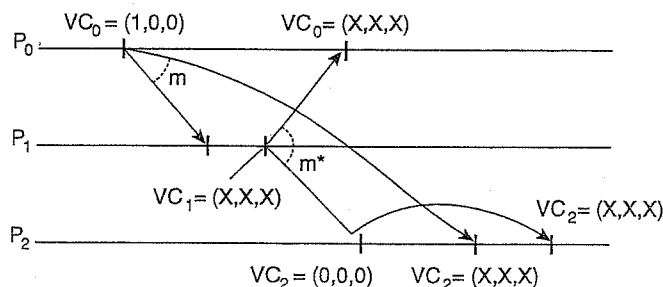


- 1a Geef vijf voorbeelden van strategieën die gescheiden zijn van mechanismen in gedistribueerde systemen. 5pt
- 1b Leg uit wat bedoeld wordt met geografische schaalbaarheidsproblemen en geef een voorbeeld van een oplossing voor zo'n probleem. 5pt
- 1c Web sites worden dikwijls opgezet als een *multi-tiered client-server* systeem bestaande uit een Web server, een applicatie server en een database server. Wat zijn de voordelen van deze opzet? 5pt
- 2a Wat is het belangrijkste nadeel van RPCs in vergelijking tot het verzenden van berichten in een *message-queuing* systeem? 5pt
- 2b Leg uit wat *subject-based routing* betekent en hoe message brokers ingezet kunnen worden voor de implementatie ervan. 5pt
- 2c Beschouw een wereldwijd *overlay* netwerk van message brokers onderling verbonden door IBM MQ series. Schets een voor de hand liggende oplossing om multicasting in deze omgeving te ondersteunen. 5pt
- 3a Wanneer DNS aangeroepen wordt op de onderstaande wijze, krijgt de gebruiker ogenschijnlijk inconsistente antwoorden. Verklaar het verschil. 5pt
- ```
seuss > host flits.cs.vu.nl; host 192.31.231.65
flits.cs.vu.nl has address 192.31.231.65
65.231.31.192.in-addr.arpa domain name pointer flits.few.vu.nl.

seuss > host entry.van-steen.net; host 213.10.169.34
entry.van-steen.net has address 213.10.169.34
34.169.10.213.in-addr.arpa domain name pointer ipd50aa922.speed.planet.nl.
```
- 3b Gebruiker maarten in domein van-steen.net heeft een *forwarding* mail adres naar steen@cs.vu.nl. Laat zien welke berichten uitgewisseld worden tussen het mail programma van iemand die een bericht wil sturen naar maarten@van-steen.net, DNS, mail servers, en het ontvangende mail programma. 10pt
- 4a Leg uit hoe Lamport timestamps werken en geef een voorbeeld waaruit blijkt dat ze niet noodzakelijkerwijs (potentiële) causaliteit vangen. 5pt
- 4b Vector timestamps kunnen gebruikt worden voor het vangen van potentiële causaliteit. Vul de waarden in voor de verschillende vector klokken en leg uit waarom bericht  $m^*$  bij process  $P_2$  opgehouden wordt. 5pt



- 5a Leg uit wat bedoeld wordt met sequentiële consistentie. Wees precies! 5pt
- 5b Waarom wordt er geëist dat de verzameling van synchronisatievariabelen voldoet aan sequentiële consistentie wanneer men zwakke consistentie wil realiseren? 5pt
- 5c Is het mogelijk om schrijf conflicten te hebben in *client-centric* consistentie modellen? Leg je antwoord uit. 5pt

- 6a Leg uit wat bedoeld wordt met een *virtual synchronous multicast*. 5pt
- 6b Voor *virtual synchrony* kunnen we een onderscheid maken tussen de ordening van berichten bij aflevering aan een enkele ontvanger, en het feit dat berichten onderhevig zijn aan totaal-geordende aflevering. Wat is het verschil tussen die twee? 5pt
- 7a Wat is het verschil tussen *two-phase locking* en *two-phase commit*? 5pt
- 7b *Two-phase commit* (2PC) wordt een *blocking protocol* genoemd waarvoor *three-phase commit* (3PC) als alternatief is ontwikkeld. Hoe kan blokkeren voorkomen? 5pt

**Cijferbepaling:** Het cijfer wordt bepaald door de punten die per onderdeel behaald zijn, bij elkaar op te tellen (totaal maximaal 90 punten), en vervolgens daar 10 extra punten bij te tellen. Er zijn dus totaal 100 punten te behalen.