

VOORBLAD SCHRIFTELIJKE TOETSEN

OPLEIDING	: MECHATRONICA
TOETSCODE	: PROEFTOETS SYSE-T2
GROEP	: MEH1
TOETSDATUM	: 16/10/2012
TIJD	: onbeperkt, tijdens tentamen 1.5 uur
AANTAL PAGINA'S (incl. voorblad)	: 12
DEZE TOETS BESTAAT UIT	: Dit proeftentamen bestaat uit een groter aantal vragen dan de echte toets, om extra voorbeelden van toetsvragen te geven. Bij de vragen staat telkens het te behalen aantal punten vermeld. In de toets kunnen maximaal 100 punten behaald worden.
GEBRUIK HULPMIDDELEN	: NEE
TOEGESTANE HULPMIDDELEN	: Geen
OVERIGE OPMERKINGEN	: Formuleer je antwoorden in duidelijke en volledige zinnen op het antwoordenblad. Telegramstijl is dus niet toegestaan. Het eindcijfer wordt berekend met de volgende formule: Cijfer = max(1, min(10, behaalde punten/10))
OPSTELLER VAN DEZE TOETS	: P.R. Fraanje
TWEEDE LEZER VAN DEZE TOETS	:

BELANGRIJKSTE PUNTEN UIT ARTIKEL 12 VAN DE ONDERWIJS- EN EXAMENREGELING:

- je dient je via Osiris ingeschreven te hebben voor deze toets
- schrijf je naam, je studentnummer, de toetscode en de naam van de docent meteen op het tentamenpapier
- leg je identiteitsbewijs op de hoek van de tafel
- zet alle elektronische communicatiemiddelen (mobiele telefoon, PDA, etc.) uit en stop deze in je tas; deze mogen niet als calculator of klok worden gebruikt
- je mag het lokaal het eerste halfuur niet verlaten
- volg de instructies op het toetsvoorblad
- steek je hand op als je een vraag hebt

Vraag 1 (10 punten): Noem drie redenen waarom het vak Systems Engineering is ontstaan, en leg uit waarom Systems Engineering hiervoor nodig is.

Vraag 2 (20 punten): De context voor de volgende vraag wordt geschetst in het volgende artikel uit de Times of India van 29 augustus 2012:

Army to buy 20 mini-UAVs for J&K operations

NEW DELHI: Strengthening the capability of its troops in fighting terrorism in Jammu and Kashmir, the Indian Army has issued a global tender for procuring 20 mini- UAVs for its formations deployed in the state.

The tender for the 20 mini-UAVs has been issued soon after the Army and the Navy issued global Request for Proposal (RFP) for procuring 95 such UAVs.

"The mini UAVs will be used in counter terrorist operations by our troops for gathering intelligence and carrying out reconnaissance of particular areas," Army officials said here.

The tender has been issued by the Udhampur-based Northern Command of the Army and the deal is expected to be less than Rs 50 lakhs, they said.

In the tender, the Army has specified that the mini UAVs should be less than 10 kg in weight and should be able to fly at the altitude of up to 1,000 metre.

They said the controlling range of the UAVs should be not less than 5 km and should be able to be launched by hand by the troops on ground.

"The UAVs should be able to remain airborne for at least 60 minutes," officials said.

Similar UAVs are also being planned to be used by the Central Armed Police Forces (CAPF) in the anti-naxal operations in Chhatisgarh and Jharkhand.

Bron: http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2012-08-29/india/33475241_1_uavs-global-tender-northern-command

Stel voor dat je werkt bij een bedrijf dat UAV's produceert en een voorstel wil indienen naar aanleiding van deze RFP. Je leidinggevende heeft jou gevraagd om eerst een analyse van de eisen te maken.

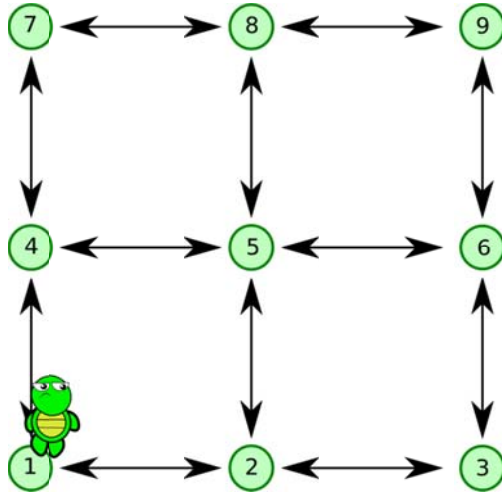
a. Ga na welke eisen er worden genoemd in bovenstaande artikel uit de Times of India. Noem bij elke eis de belangrijkste belanghebbende en bij welke fase in de product levenscyclus deze eis behoort. Het antwoord mag je ofwel geheel in het engels ofwel geheel in het nederlands formuleren, een mengeling van nederlands en engels is niet toegestaan.

b. Teken een SysML requirements diagram waarin de eisen uit vraag a. op een gestructureerde manier worden weergegeven. Om het diagram overzichtelijk te houden mag je zinnen afkorten met de eerste twee woorden, gevolgd door "...", gevolgd door de laatste twee woorden.

Vraag 3 (10 punten): In het college zijn 4 soorten/type eisen behandeld, noem er hiervan 3, en geef van elk een voorbeeld (hierbij mag je gebruik maken van de eisen uit vraag 2, maar je mag ook nieuwe voorbeelden bedenken).

Vraag 4 (10 punten): Welke 2 diagrammen zijn er in SysML om de structuur van systemen te beschrijven? Geef ook aan wat elk van de diagrammen weergeeft en waarin ze van elkaar verschillen.

Vraag 5 (20 punten): Voor de ontwikkeling van een gerobotiseerd pakhuis wordt er een software simulatietool ontwikkeld. Figuur 1 geeft een situatieschets van de verschillende knooppunten (genummerd van 1 tot en met 9) waarnaar de robot, hier voorgesteld door een schildpad, zich moet kunnen verplaatsen. De schildpad wordt bestuurd door middel van een



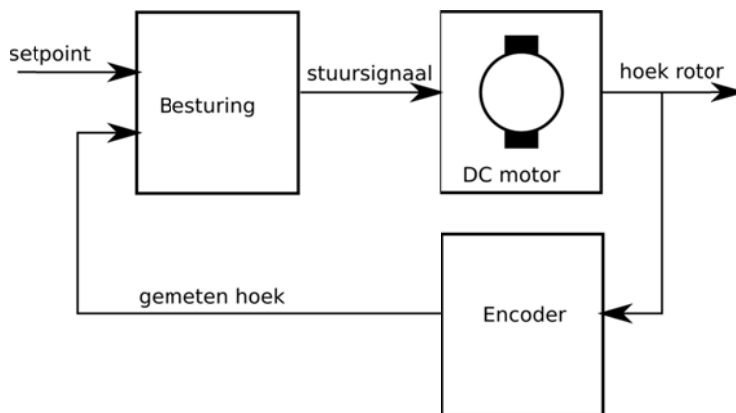
Figuur 1 Raster waarin de schildpad zich kan bewegen.

joystick, en kan zich alleen volgens de richting van de pijlen in Figuur 1 bewegen, ofwel naar links, rechts, boven en/of onder. Naast de joystick is er een start knop, als deze wordt ingedrukt verschijnt de schildpad op het raster en wordt deze in knooppunt 1 geplaatst. Er is ook een stop knop, als hier op gedrukt wordt zal, ongeacht in welke positie de schildpad zich bevindt, de schildpad worden verwijderd van het raster en de simulatie wordt afgesloten.

Geef het SysML state-machine diagram waarin het gedrag van de simulatie tool wordt gemodelleerd. Kies de knooppunten als toestanden, en geef ook duidelijk de overgangcondities aan.

Vraag 6 (20 punten): Een servo motor bestaat uit een DC motor, een hoek encoder en een besturing, zie Figuur 2. De besturing ontvangt een setpoint voor de hoek van de rotor in de DC motor, welke wordt vergeleken met de actuele hoek van de rotor die de encoder meet. Op basis van dit verschil wordt een stuursignaal naar de DC motor gestuurd teneinde het verschil tussen de gemeten hoek en de setpoint waarde te minimaliseren.

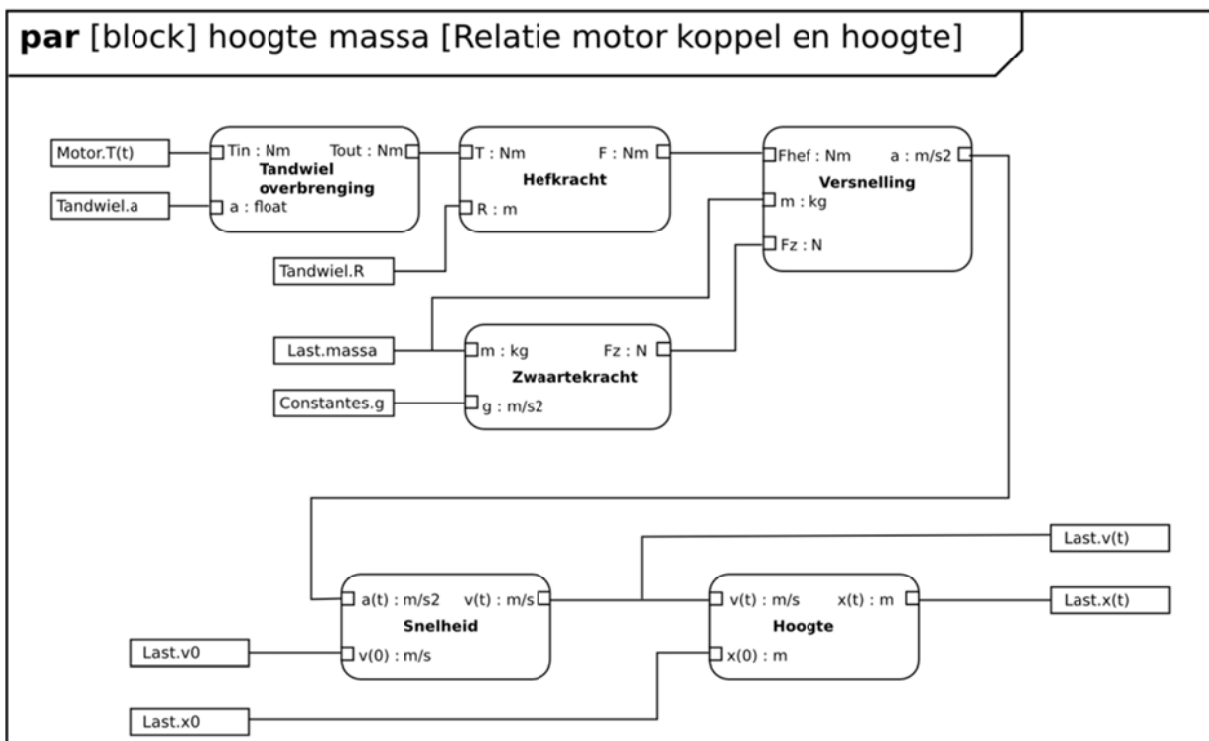
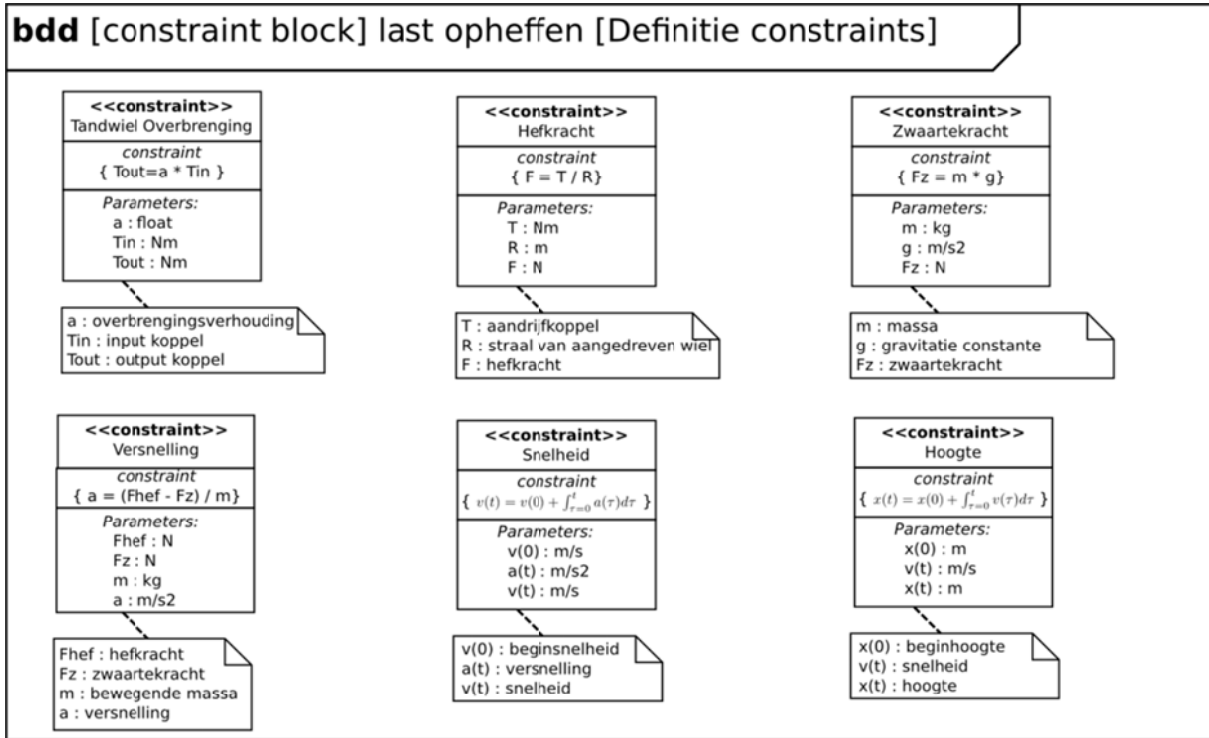
- Teken het block definition diagram van de DC motor.
- Bepaal per block wat de bijbehorende functie(s) is(zijn), en geef per functie aan wat de ingang(en) en uitgang(en) is(zijn).
- Teken een activity diagram waarin het gedrag van de DC motor wordt gemodelleerd.



Figuur 2 Blokschema van een servo motor.

Vraag 7 (10 punten): Met wat voor diagram worden in SysML gebruikers situaties gemodelleerd, en met welk symbool wordt een gebruiker hierin weergegeven?

Vraag 8 (10 punten): Figuur 3 laat een parametrics model in SysML zien van een takelkraan. Bepaal de (verticale) snelheid van de last als functie van het koppel van de motor. Hierbij mag je de volgende symbolen gebruiken: $T(t) = \text{Motor.T}(t)$ (koppel van de motor op tijdstip t), $a = \text{Tandwiel.a} = 10$ (verhouding in de tandwielkast), $R = \text{Tandwiel.R} = 0.05\text{m}$ (straal van buitenste tandwiel), $m = \text{Last.massa} = 25\text{kg}$ (totaal aan bewegende massa), $g = \text{Constantes.g} = 9.81\text{m/s}^2$ (gravitatie constante), $v_0 = \text{Last.v}_0 = 0\text{m/s}$ (snelheid van de last op $t=0\text{s}$), $x_0 = \text{Last.x}_0 = 20\text{m}$ (hoogte van de last op $t=0\text{s}$), $v(t) = \text{Last.v}(t)$ (snelheid van de last op tijdstip t).



Figuur 3 SysML diagrammen voor de parametrics van een takelkraan.

Vraag 9 (5 punten): Wat modelleert een SysML sequence diagram?

Vraag 10 (10 punten): Geef aan met welke diagrammen systeem

1. requirements
2. structuur
3. gedrag
4. parametrics

in SysML gemodelleerd kunnen worden.

Antwoordenblad

Antwoord vraag 1:

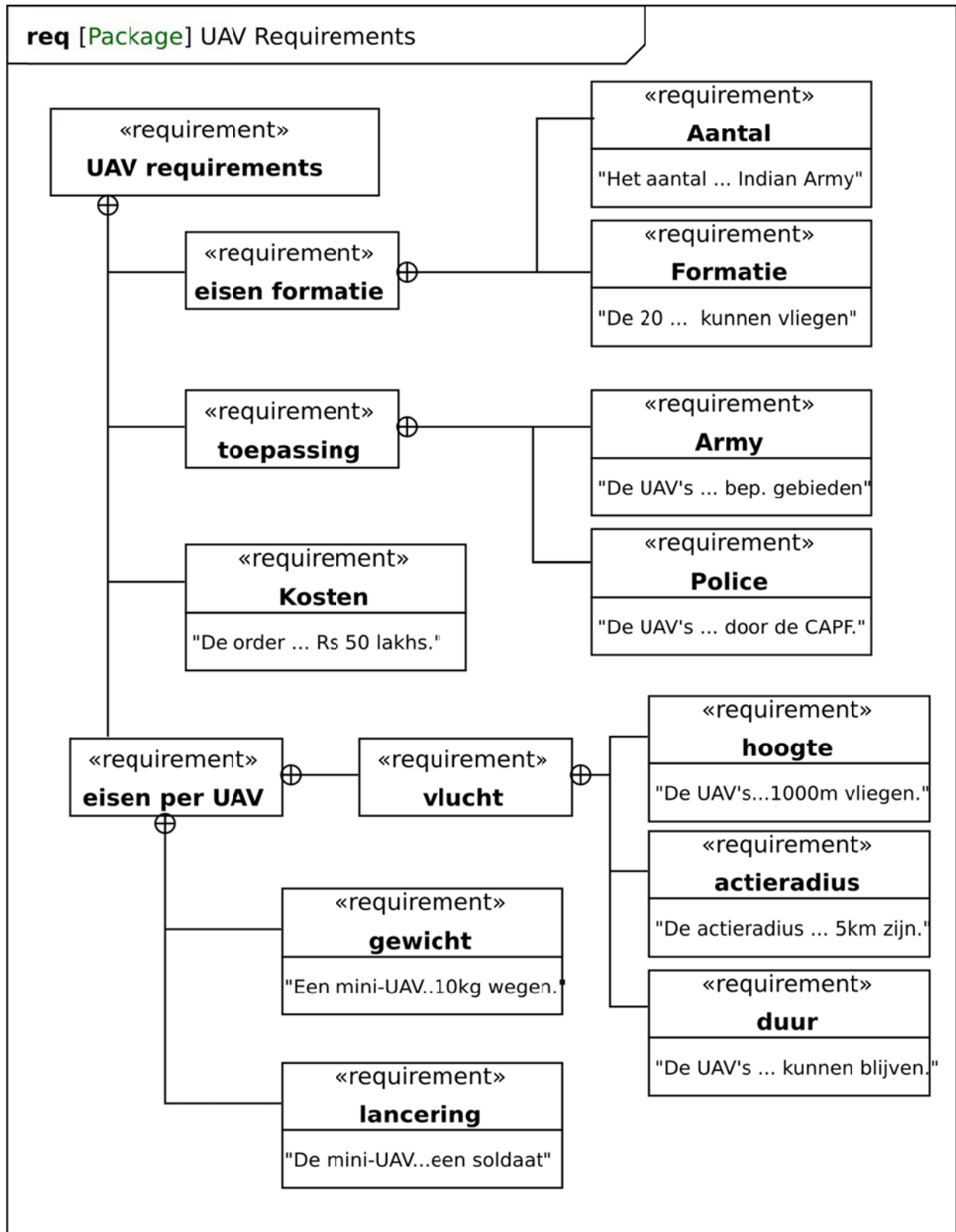
Redenen voor toepassen van Systems Engineering zijn o.a.:
1. toenemende mate van strenge eisen door wereldwijde concurrentie
2. verschillend gebruik van systemen
3. mate van complexiteit, vooral vanwege kritische situaties, die bijvoorbeeld levensgevaarlijk kunnen zijn (vliegtuigen, ruimtevaart, medische sector, industriële robots, etc.) en vaak mensen uit verschillende disciplines met elkaar moeten samenwerken.

Antwoord vraag 2 a:

1: Het aantal mini-UAV's moet 20 zijn. Belanghebbende: Indian Army. Fase: Gebruiksfase
2: De 20 mini-UAV's moeten in formatie kunnen vliegen. Belanghebbende: Indian army. Fase: Gebruiksfase
3: De UAV's moeten kunnen worden ingezet in operaties tegen terroristen, om informatie te verkrijgen en verkenning uit te voeren in bepaalde gebieden. Fase: Gebruiksfase
4: De order moet minder kosten dan Rs 50 lakhs (729 k€). Belanghebbende: Indian army. Fase: Ontwerpfase en Implementatiefase
5: Een mini-UAV moet minder dan 10kg wegen. Belanghebbende: Indian army. Fase: Gebruiksfase / Ontwerpfase / Implementatiefase
6: De mini-UAV moet in staat zijn om op een hoogte van 1000m te vliegen. Belanghebbende: Indian army. Fase: Gebruiksfase.
7: De actieradius moet minimaal 5km zijn. Belanghebbende: legertroepen. Fase: Gebruiksfase
8: De mini-UAV moet met de hand gelanceerd kunnen worden door een soldaat. Belanghebbende: soldaat. Fase: Gebruiksfase
9: De UAV's moeten minimaal 60minuten in de lucht kunnen blijven. Belanghebbende: Indian army. Fase: Gebruiksfase
10: De UAV's moeten ook gebruikt kunnen worden door de CAPF. Belanghebbende: CAPF. Fase: Gebruiksfase

Antwoord vraag 2 b:

De volgende figuur geeft een voorbeeld. In het antwoord is de aanduiding <<requirement>> niet belangrijk (dat wordt meestal in SysML software standaard al gedaan). Wel is het belangrijk om in je requirements analyse de requirements te classificeren, en zoveel mogelijk orde aan te brengen.



Antwoord vraag 3:

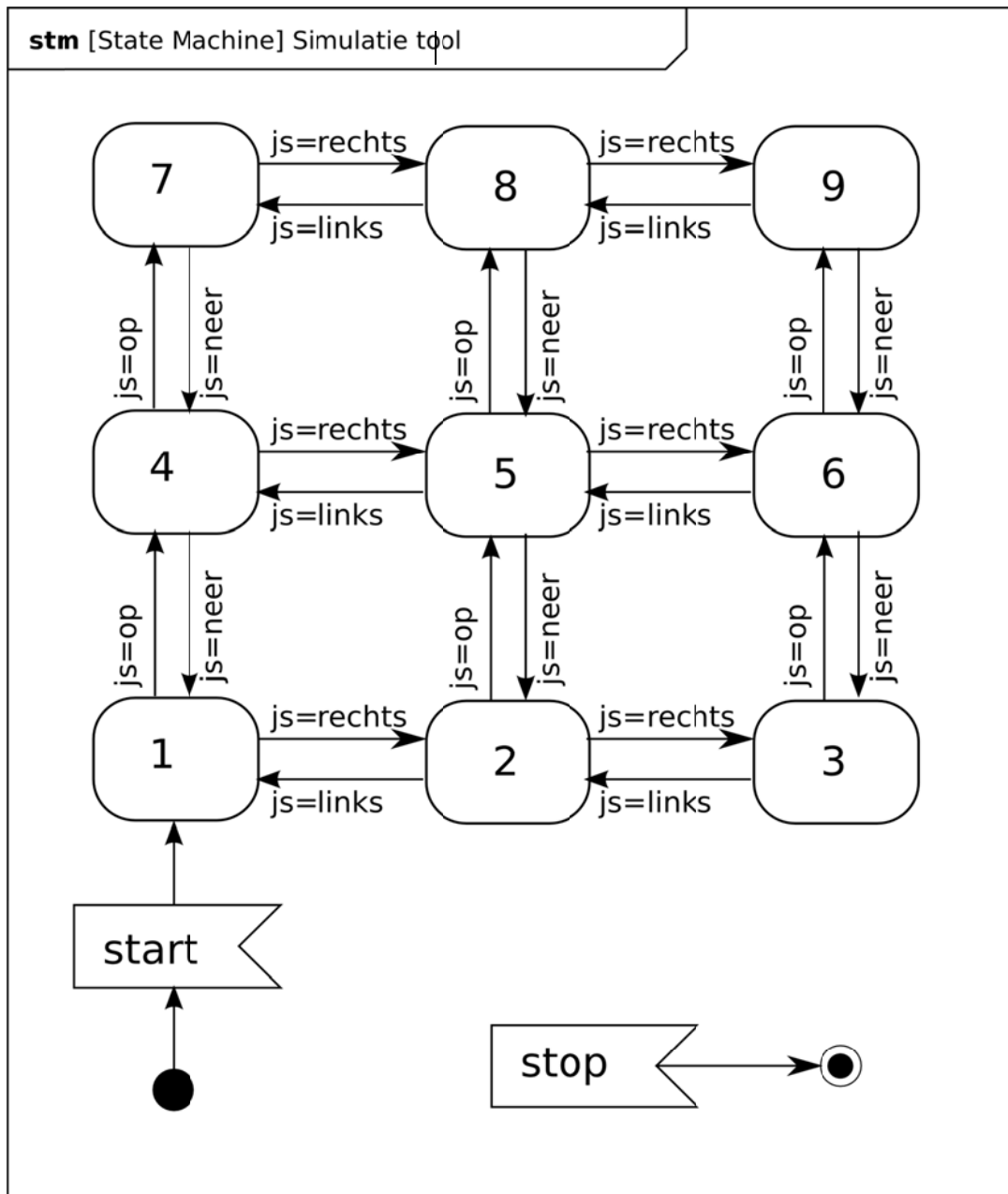
3 typen eisen:
– Functionele eisen, voorbeeld: De 20 UAV's moeten in formatie kunnen vliegen.
– Prestatie eis: De UAV moet op een hoogte van 1000m of meer kunnen vliegen.
– Beperkende eis: De mini-UAV moet minder wegen dan 10kg.
– Omgevingseis: De UAV's moeten ingezet kunnen worden in Jammu en Kashmir voor acties tegen terroristen.

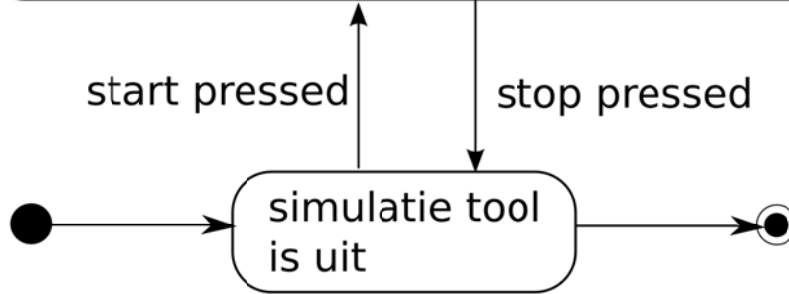
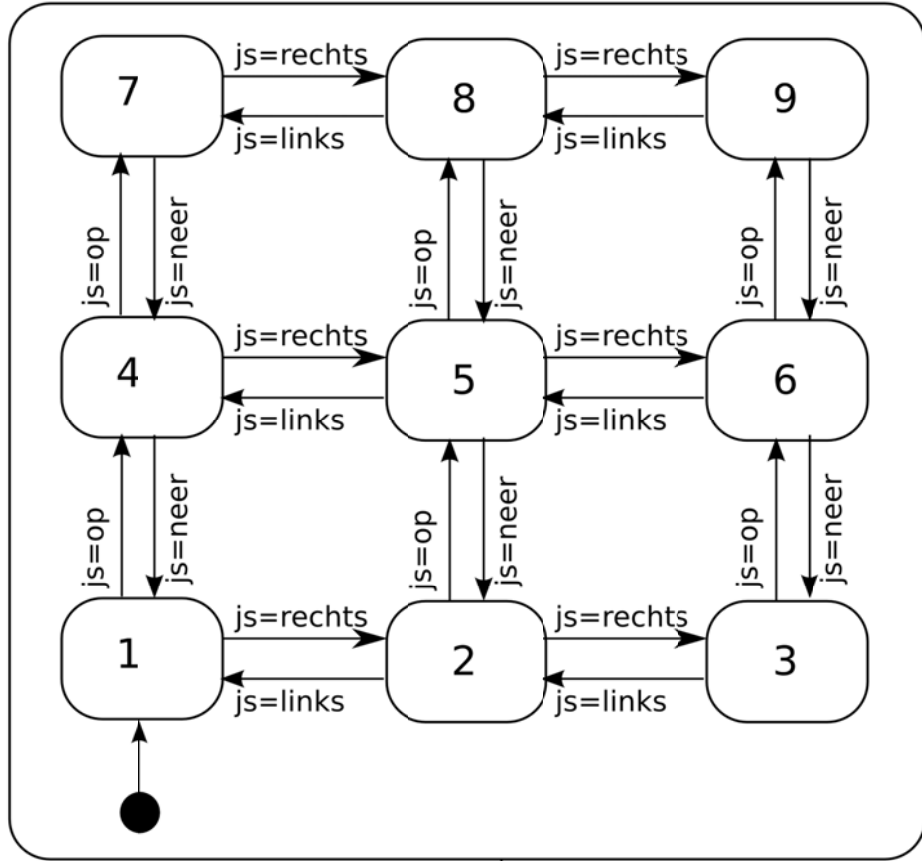
Antwoord vraag 4:

SysML kent het block definition diagram en het internal block diagram om systeem structuur te modelleren.
Met een block definition diagram wordt de hiërarchie van systemen gemodelleerd, ofwel hoe systemen opgedeeld zijn in subsystemen, welke op hun beurt ook weer opgedeeld kunnen zijn in subsystemen, c.q. componenten.
Met een internal block diagram worden de verbindingen tussen de subsystemen in een bepaald block(=systeem) gemodelleerd.
Het verschil is dus dat het block definitie diagram de hiërarchie van subsystemen weergeeft, evt. kunnen meerdere lagen weergegeven worden, terwijl het internal block diagram de verbindingen tussen deelblokken op 1 niveau laat zien.

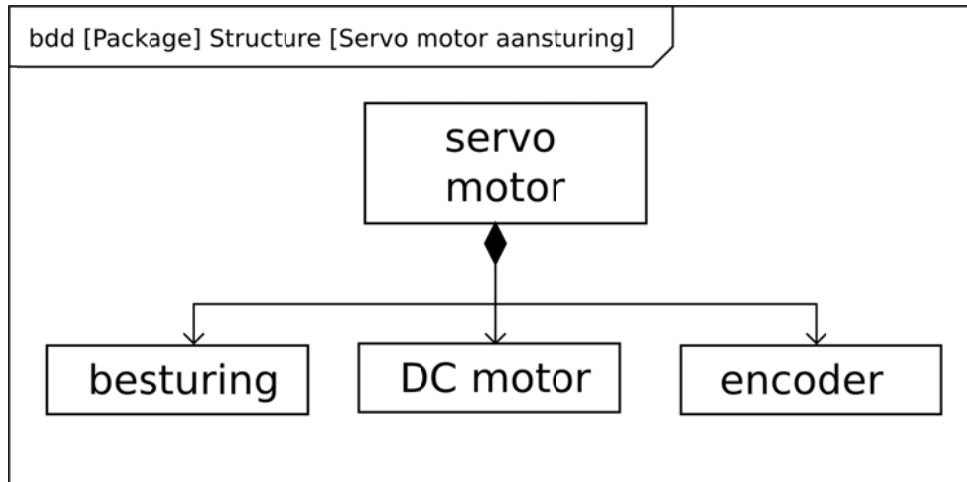
Antwoord vraag 5:

Twee mogelijkheden zijn gegeven in de volgende state-machine diagrammen:





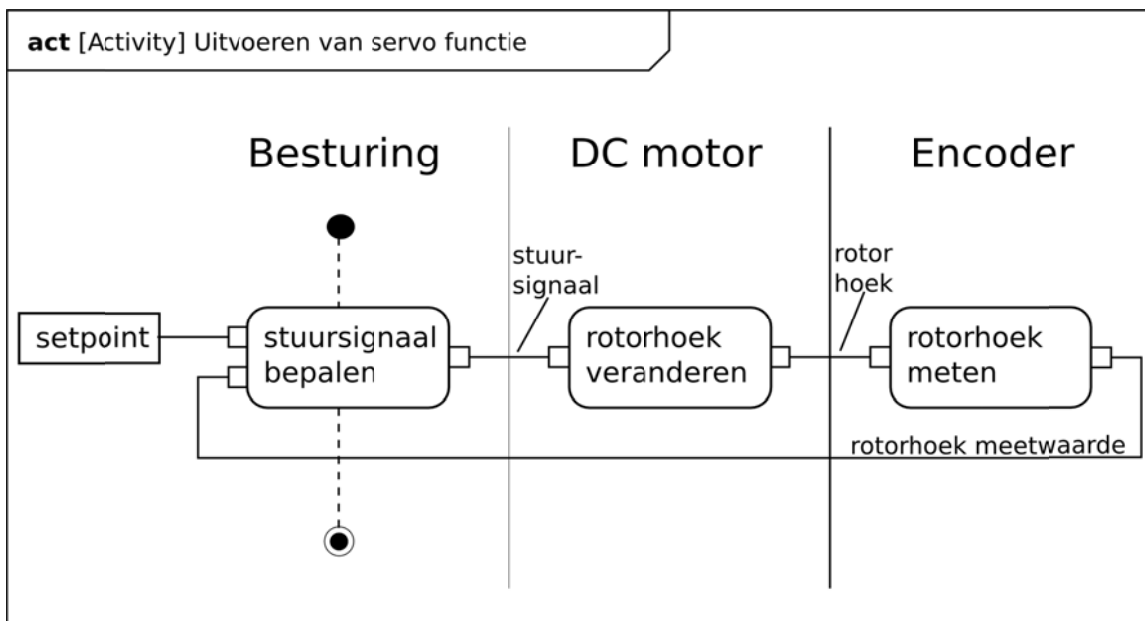
Antwoord vraag 6 a:




Antwoord vraag 6 b:

DC motor: functie: veranderen van hoek rotor, ingang: stuursignaal, uitgang: hoek rotor
Encoder: functie: meten van de hoek van de rotor, ingang: hoek rotor, uitgang: weetwaarde van de hoek
Besturing: functie: bepalen van het stuursignaal om de gemeten hoek gelijk te maken aan de setpoint waarde, ingangen: setpoint en gemeten hoek, uitgang: stuursignaal

Antwoord vraag 6 c:



Antwoord vraag 7:

Gebruikssituaties worden in SysML gemodelleerd met een use case diagram.
Het symbool voor een gebruiker (ook wel actor genoemd) is een stick figure:


Antwoord vraag 8:

Gebruiken we de constraint voor de Tandwiel overbrenging dan vinden we dat:

$$T_{out} = 10 * T(t)$$

Op dezelfde manier vinden we voor de hefkracht:

$$F_{hef} = T_{out} / 0.05 = 200 * T(t)$$

Vervolgens voor de zwaartekracht:

$$F_z = 9.81 \text{ Last.mass} = 9.81 * 25 = 245.25 \text{ N}$$

Beide resultaten combineren levert voor de versnelling:

$$a(t) = (F_{hef} - F_z) / m = (200 * T(t) - 9.81) / 25 = 8 * T(t) - 9.81$$

Hiermee vinden we voor de snelheid:

$$v(t) = v(0) + \text{integral}(a(t)) = \text{integral}(8 * T(t) - 9.81)$$

Antwoord vraag 9:

Een SysML sequence diagram modelleert gebruiksscenario's, ofwel de interactie tussen twee blokken in de tijd.

Antwoord vraag 10:

Requirements:	Requirement diagram (req)
Structuur:	Block definition diagram (bdd) en Internal block diagram (ibd)
Gedrag:	Use case diagram (uc) Sequence diagram (sd) State-machine diagram (stm) Activity diagram (act)
Parametrics:	Parametrics diagram (par) voor relaties Block definition diagram (bdd) voor constraints