
Studiewijzer WTK CLUSTER 4

Elektriciteitsleer, Elektrotechniek in centrales en Procesautomatisering: overzicht kerntaken, vakgebieden, leerdoelen en thema's

Leerresultaten	2
Hoofddoelen	2
Kerntaak 1	2
Kerntaak 2	3
Kerntaak 3	5
Kerntaak 4	5
Kerntaak 5	6
Kerntaak 6	7
Kerntaak 7	7
Kerntaak 8	8
Kerntaak 9	11
Kerntaak 10.....	11
Overzicht lesmateriaal.....	12
Intern toetsmatrix globaal	17

Leerresultaten		
Elektriciteitsleer	C4-1	De WTK'er is in staat om de principes vanuit de elektriciteitsleer toe te passen in het bedrijven van de installatie en haar deelprocessen
Elektrotechniek in centrales	C4-2	De WTK'er is in staat om bedrijf te voeren met elektrische installaties. Dit doet hij op een veilige wijze en met in acht name van wet- en regelgeving en procedures.
Procesautomatisering	C4-3	De WTK'er is in staat om vanuit zijn kennis rondom de inrichting, werking en gedrag van (elektronische) meet-, regel en besturingssystemen de installaties te bedrijven.
	C4-4	De WTK'er heeft voldoende kennis, inzicht en begrip van procesbeheersing, waardoor hij kan optreden als gesprekspartner voor derden. Dit zowel bij storingen als dagelijks onderhoud.

Hoofddoelen	
Elektriciteitsleer	De kandidaat heeft inzicht in onderwerpen als elektrisch en magnetisch veld, elektromotoren, wisselspanning, weerstanden, spoelen, condensatoren en netwerken. Hij kan daarbij een praktische vertaalslag maken naar zijn eigen praktijk.
Elektrotechniek in centrales	De kandidaat kent de opbouw en werking van draaistroommotoren, generatoren en transformatoren. En kent de wet- en regelgeving en veiligheidsprocedures.
Procesautomatisering	De WTK is belast met de bedrijfsvoering van productie-eenheden. Het meet-regel- en besturingssysteem is daarbij de schakel tussen hem en de productiemiddelen. De WTK kent de inrichting, werking en gedrag van (elektronische) meet-regel en besturingssystemen.

Kerntaak 1 Veilig werken		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektrotechniek in centrales	- vertellen hoe transformatoren worden gekoeld - de toegepaste transformatorbeveiligingen uitleggen	JA
	- de in de centrale toegepaste elektrische beveiligingen toelichten - vertellen welke stator- en rotorbeveiligingen worden toegepast - uitleggen waarom de generatorrotor is geaard via aardborstels	JA
	- uitleggen wat de gevaren zijn met het omgaan met en het werken aan elektrische installaties - vertellen welke maatregelen er getroffen kunnen worden om de gevaren van elektriciteit te voorkomen of tot een minimum te beperken - uitleggen strekking van Arbowetgeving en wat daarin rol is van NEN 3140, NEN-EN 50110, NEN3840 en NEN1010	JA

Kerntaak 2 Bedienen, bewaken en optimaliseren van installaties en deelprocessen		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteitsleer	<ul style="list-style-type: none"> - de begrippen elektrische arbeid en vermogen uitleggen - berekeningen uitvoeren met betrekking tot elektrische arbeid en vermogen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe een elektromotor werkt - het begrip koppel toelichten - uitleggen welke factoren het rendement van een elektromotor beïnvloeden en het rendement berekenen - aangeven welke typen motoren je kunt onderscheiden en uitleggen waarop dit onderscheid is gebaseerd 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe wisselspanning wordt opgewekt - de begrippen frequentie en periodetijd uitleggen - het principe van draaistroom uitleggen - het begrip faseverschuiving uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de begrippen blind-, schijnbaar- en werkelijk vermogen uitleggen - het vermogen en de energie bij wisselspanning bepalen - beschrijven wat er gebeurt bij serieschakeling van weerstanden, spoelen en condensatoren - beschrijven wat er gebeurt bij parallelschakeling van weerstanden, spoelen en condensatoren 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - het principe van een draaistroomgenerator uitleggen - de draaisnelheid van draaistroommotoren toelichten, evenals kortsluitankermotoren en sleepringankermotoren - de ster- en driehoekschakeling uitleggen - de draairichting van draaistroommotoren toelichten 	JA
Elektrotechniek in centrales	<ul style="list-style-type: none"> - vertellen hoe transformatoren worden gekoeld 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de regeling van de bekrachtiging begrijpen en uitleggen zoals voor de bediening nodig is - de elektrische eigenschappen voldoende begrijpen en uitleggen om een verantwoorde bediening uit te voeren - de belaste synchrone generator als proces begrijpen en toelichten vanuit het oogpunt van een goede bediening 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - het werkdiagram van de synchrone generator uitleggen - de vier voorwaarden voor stabiele bedrijfsvoering noemen - in een vectordiagram uitleggen hoe een gekoppelde synchrone generator meer vermogen gaat leveren als de stoomturbine meer stoom krijgt toegevoerd - de spanningsregeling van een generator toelichten - het synchroniseren van de generator met het net uitleggen - vertellen hoe het 'eigen bedrijf' van een centrale globaal is opgebouwd - begrip 'afschakelvermogen' toelichten en verschil uitleggen tussen scheidingschakelaar en een vermogenschakelaar 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - vertellen wat het doel van het terugwattrelais is 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - meetprincipes uitleggen bij: <ul style="list-style-type: none"> - stroom 	JA

	<ul style="list-style-type: none"> - spanning - weerstand - vermogen - cosinus phi 	
	<ul style="list-style-type: none"> - toelichten wat de gebruikte stroomstelsels zijn - toelichten wat de gebruikte stroomketens zijn en waarvoor ze worden toegepast 	JA
Procesautomatisering	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat een proces is en de bijbehorende begrippen omschrijven - uitleggen wat procesbeheersing is - de rol en de belangrijkste taken van de operator benoemen bij het beheersen van een proces - de basisfuncties van de apparatuur in een regelkamer benoemen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat het verschil is tussen meten en signaleren in productieprocessen - beschrijven om welke redenen we meten en signaleren - uitleggen wat het verschil is tussen inline en offline metingen - beschrijven wat meetbegrippen, meeteigenschappen en systematische meetfouten zijn - beschrijven wat de functie van de transmitter in de signaaloverdracht is - beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van smart transmitters zijn - uitleggen wat voor type signaalgevers er zijn 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - verklaren wat de principes van de meest voorkomende meetinstrumenten zijn voor het meten van druk en drukverschil, niveau, temperatuur en stroming - aangeven hoe de meetinstrumenten werken en waarvoor we ze gebruiken - uitleggen wat voor type signaalgevers er zijn - beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van signaalgevers zijn 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de componenten en signalen in een regelkring noemen en beschrijven - de belangrijkste functie van de componenten in een regeling beschrijven - de opbouw en de werking van de regelkring uitleggen - de opbouw van het regelsignaal van een proportionele regelaar begrijpen - het algemene blokschema van een regelkring uitleggen - het principe van terugkoppeling uitleggen en het belang daarvan aangeven - het dynamisch gedrag van processen en regelaars herkennen en uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe een PLC als besturingsorgaan werkt - uitleggen hoe je signaalgevers en uitvoerorganen op een PLC aansluit - de logische basisfuncties beschrijven met een waarheidstabel, symbool en schakelformule - uitleggen wat een volgordebesturing is - uitleggen wat schakelformules zijn en waar je deze gebruikt 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de algemene bouw en werking van regelkleppen beschrijven en verklaren - de Kv-waarde definiëren en de functie van de Kv-waarde verklaren 	JA

	<ul style="list-style-type: none"> - de werking en eigenschappen van een regelklep in een regelkring beschrijven en verklaren - uitleggen wat cavitatie is, bij welke condities het ontstaat en welke gevolgen het heeft - uitleggen hoe een volumestroom met een toerentalregeling kan worden gecorrigeerd - de werking en uitvoering van uitvoerorganen beschrijven en verklaren - de functie van hoofdschakelementen beschrijven en verklaren 	
	<ul style="list-style-type: none"> - de werking van een combinatorische volgordebesturing verklaren aan de hand van een bewegingsdiagram - de werking van een stappenbesturing verklaren aan de hand van een functiediagram - de verschillende soorten meervoudige structuren van functiediagrammen verklaren - een sequentiële besturing omzetten in een functiediagram 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - principes en uitvoeringsvormen verklaren van de volgende meervoudige regelingen: storingscompensatieregeling, cascadereregeling, verhoudingsregeling, split-rangeregeling en multivariabele regelingen - van elk van deze regelingen de P&ID's en de blokschema's herkennen - de kenmerken en specifieke toepassingen van deze regelingen noemen - verklaren hoe regelen en sturen gecombineerd kan werken 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de functies en werking van een industrieel procesbeheersingssysteem beschrijven en interpreteren - de opbouw en werking van een DDC systeem beschrijven en interpreteren - de principes en werking van SCADA systemen beschrijven en interpreteren - de opbouw en werking van DCS systemen beschrijven en interpreteren - de algemene principes van analoge en digitale datatransmissie via veldbussen beschrijven - functiegroepbesturing, functiebouwstenen en bediening toelichten 	JA

Kerntaak 3 Uitvoeren van inspecties, diagnose en controles		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteits leer	<ul style="list-style-type: none"> - het begrip faseverschuiving uitleggen - 	JA
Procesauto-matisering	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat het verschil is tussen meten en signaleren in productieprocessen - beschrijven om welke redenen we meten en signaleren - uitleggen wat het verschil is tussen inline en offline metingen - beschrijven wat meetbegrippen, meeteigenschappen en systematische meetfouten zijn - beschrijven wat de functie van de transmitter in de signaaloverdracht is - beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van smart transmitters zijn 	JA

Kerntaak 4 (Periodiek) testen van beveiligingen en aandrijvingen en verslaglegging		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Procesauto-matisering	<ul style="list-style-type: none"> - de vier voorwaarden voor stabiele bedrijfsvoering noemen 	JA

Kerntaak 5 Uitvoeren van eerstelijns onderhoud		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteitsleer	- de begrippen elektrische stroom, spanning en weerstand uitleggen	JA
	- de werkingsprincipes van een serieschakeling en een parallelschakeling beschrijven	
	- de begrippen magnetisme en magnetisch veld uitleggen	JA
	- aangeven welke typen motoren je kunt onderscheiden en uitleggen waarop dit onderscheid is gebaseerd	JA
	- uitleggen wat je kunt aflezen uit een koppel/toerenkromme	
	- het principe van de werking van een elektronische regeling uitleggen	
	- het begrip faseverschuiving uitleggen	JA
	- uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een spoel aansluit op wisselspanning	JA
	- uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een condensator aansluit op wisselspanning	
	- beschrijven wat er gebeurt bij serieschakeling van weerstanden, spoelen en condensatoren	
Elektrotechniek in centrales	- het principe van een draaistroomgenerator uitleggen	JA
	- de ster- en driehoekschakeling uitleggen	
	- de draairichting van draaistroommotoren toelichten	
	- het principe van een transformator uitleggen	JA
	- vertellen hoe een transformator is opgebouwd	
	- vertellen hoe transformatoren worden gekoeld	
	- de opbouw van een generator uitleggen	JA
	- kun je het verschil met de vermogensregeling toelichten	
	- de elektrische eigenschappen voldoende begrijpen en uitleggen om een verantwoorde bediening uit te voeren	
	- de belaste synchrone generator als proces begrijpen en toelichten vanuit het oogpunt van een goede bediening	
	- het werkdiagram van de synchrone generator uitleggen	JA
	- de spanningsregeling van een generator toelichten	
	- het synchroniseren van de generator met het net uitleggen	
- begrip 'afschakelvermogen' toelichten en verschil uitleggen tussen scheidingschakelaar en een vermogenschakelaar		
- uitleggen wat het doel is van het 'ontmagnetiseren' van de generator	JA	
- hiërarchische structuur van aanwijzingen verklaren en aangeven wat verantwoordingen en bevoegdheden zijn van gebruikte aanwijzingen	JA	
- uitleggen wat de meest gebruikte componenten zijn en een laagspanningsinstallatie		
- toelichten wat de gebruikte stroomketens zijn en waarvoor ze worden toegepast		

Procesautomatisering	<ul style="list-style-type: none"> - de basisfuncties van de apparatuur in een regelkamer benoemen - beschrijven wat de functie van de transmitter in de signaaloverdracht is - beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van smart transmitters zijn - uitleggen wat voor type signaalgevers er zijn 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - verklaren wat principes van meest voorkomende meetinstrumenten zijn voor meten van druk en drukverschil, niveau, temperatuur en stroming 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de belangrijkste functie van de componenten in een regeling beschrijven - de opbouw en de werking van de regelkring uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe je signaalgevers en uitvoerorganen op een PLC aansluit - uitleggen wat schakelformules zijn en waar je deze gebruikt 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat cavitatie is, bij welke condities het ontstaat en welke gevolgen het heeft - uitleggen hoe een volumestroom met een toerentalregeling kan worden gecorrigeerd - de werking en uitvoering van uitvoerorganen beschrijven en verklaren 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de verschillende soorten meervoudige structuren van functiediagrammen verklaren 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - van elk van deze regelingen de P&ID's en de blokschema's herkennen - verklaren hoe regelen en sturen gecombineerd kan werken 	JA

Kerntaak 6 Opstellen van rapportages en meldingen		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteits leer	<ul style="list-style-type: none"> - berekeningen uitvoeren met betrekking tot elektrische arbeid en vermogen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de elektrische fluxdichtheid en de elektrische energie van een elektrisch veld berekenen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat magnetische flux, magnetische fluxdichtheid, magnetische veldsterkte en permeabiliteit is en deze berekenen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de wisselspanning weergeven in een grafiek 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de begrippen blind-, schijnbaar- en werkelijk vermogen uitleggen - het begrip arbeidsfactor, $\cos \phi$, uitleggen 	JA
	Procesautomatisering	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat een proces is en de bijbehorende begrippen omschrijven

Kerntaak 7 Begeleiden van werkzaamheden door derden uitgevoerd		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
	<ul style="list-style-type: none"> - geen 	JA

Kerntaak 8 Optreden bij storingen en calamiteiten		
Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteitsleer	<ul style="list-style-type: none"> - de begrippen elektrische stroom, spanning en weerstand uitleggen - berekeningen uitvoeren met betrekking tot de stroom, spanning en weerstand - uitleggen wat een spanningsbron is - de werkingsprincipes van een serieschakeling en een parallelschakeling beschrijven - de werking en opbouw van gelijkspanningsbronnen beschrijven 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de opbouw en werking van een condensator uitleggen - het verloop van het laden en ontladen van een condensator beschrijven - uitleggen wat de tijdconstante is - de begrippen elektrisch veld en elektrische flux uitleggen - de elektrische fluxdichtheid en de elektrische energie van een elektrisch veld berekenen - de begrippen capaciteit en permittiviteit uitleggen - de twee belangrijkste eigenschappen van diëlektrica benoemen - berekeningen uitvoeren aan een serie- of parallelschakeling van condensatoren - de werking van de kooi van Faraday uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de begrippen magnetisme en magnetisch veld uitleggen - uitleggen wat elektromagnetisme is en aangeven hoe je de richting van het magnetisch veld kunt bepalen - uitleggen wat magnetische flux, magnetische fluxdichtheid, magnetische veldsterkte en permeabiliteit is en deze berekenen - uitleggen wat de zelfinductiecoëfficiënt is en aangeven welke factoren deze coëfficiënt beïnvloeden - uitleggen hoe je de magnetische flux kunt bepalen uit de magnetische bronspanning en de magnetische weerstand - de begrippen magnetisering en hysteresis uitleggen - uitleggen wat inductiespanning is en de inductiewet van Faraday toepassen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe een elektromotor werkt - de spanningsbetrekking van een motor uitleggen - het begrip koppel toelichten - het verschil tussen een onbelaste en een belaste motor uitleggen - uitleggen wat de begrippen toerental en vermogen betekenen en deze berekenen - uitleggen welke factoren het rendement van een elektromotor beïnvloeden en het rendement berekenen - aangeven welke typen motoren je kunt onderscheiden en uitleggen waarop dit onderscheid is gebaseerd - uitleggen wat je kunt aflezen uit een koppel/toerenkromme; - uitleggen hoe het toerental van een elektromotor te beïnvloeden is door de fluxdichtheid en de ankerstroom - het principe van de werking van een elektronische regeling uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe wisselspanning wordt opgewekt - de begrippen momentele waarde, maximale waarde en top-top waarde uitleggen 	JA

Elektrotechniek in centrales	<ul style="list-style-type: none"> - de gemiddelde waarde en de effectieve waarde van de wisselspanning berekenen - de begrippen frequentie en periodetijd uitleggen - het principe van draaistroom uitleggen - het begrip faseverschuiving uitleggen - uitleggen hoe je een vectordiagram tekent en hoe je de som van de vectoren kunt bepalen 	
	<ul style="list-style-type: none"> - de kenmerken van een weerstand benoemen; - de begrippen impedantie, inductantie en capacitantie uitleggen - uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een spoel aansluit op wisselspanning - uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een condensator aansluit op wisselspanning - het begrip verlieshoek uitleggen - de begrippen blind-, schijnbaar- en werkelijk vermogen uitleggen - het begrip arbeidsfactor, $\cos \phi$, uitleggen - het vermogen en de energie bij wisselspanning bepalen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - het principe van een draaistroomgenerator uitleggen - de koppeling van de fasen toelichten - het vermogen bij symmetrische en asymmetrische belasting toelichten - de draaisnelheid van draaistroommotoren toelichten, evenals kortsluitankermotoren en slepringankermotoren - de ster- en driehoekschakeling uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - het principe van een transformator uitleggen - transformatieverhoudingen berekenen - de begrippen kortsluitspanning en kortsluitstroom uitleggen - vertellen welke soorten transformatoren worden toegepast - vertellen hoe een transformator is opgebouwd - de transformatorverliezen uitleggen - vertellen hoe transformatoren worden gekoeld - de toegepaste transformatorbeveiligingen uitleggen - het vectordiagram van een belaste en onbelaste transformator tekenen en uitleggen - de vermogensverdeling over parallel geschakelde trafo's berekenen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de opbouw van een generator uitleggen - de regeling van de bekrachtiging begrijpen en uitleggen zoals voor de bediening nodig is - kun je het verschil met de vermogensregeling toelichten 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - het werkdiagram van de synchrone generator uitleggen - in een vectordiagram uitleggen hoe een gekoppelde synchrone generator meer vermogen gaat leveren als de stoomturbine meer stoom krijgt toegevoerd - de spanningsregeling van een generator toelichten - vertellen hoe het 'eigen bedrijf' van een centrale globaal is opgebouwd - begrip 'afschakelvermogen' toelichten en verschil uitleggen tussen scheidingschakelaar en een vermogensschakelaar 	JA

	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen wat het doel is van het 'ontmagnetiseren' van de generator - uitleggen waarom de generatorrotor is geaard via aardborstels - vertellen wat het doel van het terugwattrelais is 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - meetprincipes uitleggen bij: <ul style="list-style-type: none"> - stroom - spanning - weerstand - vermogen - cosinus phi 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - vertellen welke maatregelen er getroffen kunnen worden om gevaren van elektriciteit te voorkomen of tot een minimum te beperken - hiërarchische structuur van aanwijzingen verklaren en aangeven wat verantwoordingen en bevoegdheden zijn van gebruikte aanwijzingen - uitleggen wat de meest gebruikte componenten zijn en een laagspanningsinstallatie - toelichten wat de gebruikte stroomstelsels zijn - toelichten wat de gebruikte stroomketens zijn en waarvoor ze worden toegepast 	JA
Procesautomatisering	<ul style="list-style-type: none"> - aangeven hoe de meetinstrumenten werken en waarvoor we ze gebruiken - eenvoudige berekeningen uitvoeren aan een aantal meetinstrumenten - beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van signaalgevers zijn 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de componenten en signalen in een regelkring noemen en beschrijven - de opbouw en de werking van de regelkring uitleggen - het dynamisch gedrag van processen en regelaars herkennen en uitleggen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - uitleggen hoe een PLC als besturingsorgaan werkt - uitleggen hoe je signaalgevers en uitvoerorganen op een PLC aansluit - de logische basisfuncties beschrijven met een waarheidstabel, symbool en schakelformule - combinaties van logische basisfuncties samenstellen en daarvan besturingsschema tekenen en interpreteren - uitleggen wat een volgordebesturing is - uitleggen wat schakelformules zijn en waar je deze gebruikt 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de algemene bouw en werking van regelkleppen beschrijven en verklaren - de Kv-waarde definiëren en de functie van de Kv-waarde verklaren - de werking en eigenschappen van een regelklep in een regelkring beschrijven en verklaren - de functie van hoofdschakelementen beschrijven en verklaren 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de werking van een combinatorische volgordebesturing verklaren aan de hand van een bewegingsdiagram - de werking van een stappenbesturing verklaren aan de hand van een functiediagram - een sequentiële besturing omzetten in een functiediagram 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de principes en uitvoeringsvormen verklaren van de volgende meervoudige regelingen: storingscompensatieregeling, 	JA

	<ul style="list-style-type: none"> - cascaderегeling, verhoudingsregeling, split-rangeregeling en multivariabele regelingen - de kenmerken en specifieke toepassingen van deze regelingen noemen 	JA
	<ul style="list-style-type: none"> - de functies en werking van een industrieel procesbeheersingssysteem beschrijven en interpreteren - de opbouw en werking van een DDC systeem beschrijven en interpreteren - de principes en werking van SCADA systemen beschrijven en interpreteren - de opbouw en werking van DCS systemen beschrijven en interpreteren - de algemene principes van analoge en digitale datatransmissie via veldbussen beschrijven - functiegroepbesturing, functiebouwstenen en bediening toelichten 	

Kerntaak 9 Veiligstellen van installaties tbv onderhoud (onder supervisie leidinggevende)

Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektriciteitsleer	- de werkingsprincipes van een serieschakeling en een parallelschakeling beschrijven	JA
	- de werking van de kooi van Faraday uitleggen	JA
	- de begrippen magnetisme en magnetisch veld uitleggen	JA
	- uitleggen hoe een elektromotor werkt	JA
	- de spanningsbetrekking van een motor uitleggen	
	- het begrip koppel toelichten	
	- uitleggen hoe wisselspanning wordt opgewekt	JA
	- uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een spoel aansluit op wisselspanning	JA
Elektro-techniek in centrales	- uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een condensator aansluit op wisselspanning	
	- vertellen hoe transformatoren worden gekoeld	JA
	- uitleggen wat de gevaren zijn met het omgaan met en het werken aan elektrische installaties	JA
	- vertellen welke maatregelen er getroffen kunnen worden om de gevaren van elektriciteit te voorkomen of tot een minimum te beperken	
	- hiërarchische structuur van aanwijzingen verklaren en aangeven wat verantwoordingen en bevoegdheden zijn van gebruikte aanwijzingen	

Kerntaak 10 Overleggen met bedrijfsvoerders van andere producerende bedrijven die invoeden op eenzelfde netwerk

Vakgebied	Leerdoelen	Tentamen
Elektro-techniek in centrales	- het synchroniseren van de generator met het net uitleggen	JA
	- begrip 'afschakelvermogen' toelichten en verschil uitleggen tussen scheidingschakelaar en een vermogenschakelaar	
	- vertellen wat het doel van het terugwattrelais is	JA
Proces-auto-matisering	- combinaties van logische basisfuncties samenstellen en daarvan het besturingsschema tekenen en interpreteren	JA
	- principes en uitvoeringsvormen verklaren van de volgende meervoudige regelingen: storingscompensatieregeling, cascaderегeling, verhoudingsregeling, split-rangeregeling en multivariabele regelingen	JA

Overzicht lesmateriaal			
Vakgebied	Les	Leerdoelen	Tentamen Case
Bestuderen			
Elektriciteits leer Elektriciteitsle er-A	<i>1: Elementaire begrippen</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de begrippen elektrische stroom, spanning en weerstand uitleggen o berekeningen uitvoeren met betrekking tot de stroom, spanning en weerstand o uitleggen wat een spanningsbron is o de werkingsprincipes van een serieschakeling en een parallelschakeling beschrijven o de werking en opbouw van gelijkspanningsbronnen beschrijven o de begrippen elektrische arbeid en vermogen uitleggen o berekeningen uitvoeren met betrekking tot elektrische arbeid en vermogen ... 	
	<i>2: Elektrisch veld</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de opbouw en werking van een condensator uitleggen o het verloop van het laden en ontladen van een condensator beschrijven o uitleggen wat de tijdconstante is o de begrippen elektrisch veld en elektrische flux uitleggen o de elektrische fluxdichtheid en de elektrische energie van een elektrisch veld berekenen o de begrippen capaciteit en permittiviteit uitleggen o de twee belangrijkste eigenschappen van diëlektrica benoemen o berekeningen uitvoeren aan een serie- of parallelschakeling van condensatoren o de werking van de kooi van Faraday uitleggen 	
	<i>3: Magnetisch veld</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de begrippen magnetisme en magnetisch veld uitleggen o uitleggen wat elektromagnetisme is en aangeven hoe je de richting van het magnetisch veld kunt bepalen o uitleggen wat magnetische flux, magnetische fluxdichtheid, magnetische veldsterkte en permeabiliteit is en deze berekenen o uitleggen wat de zelfinductiecoëfficiënt is en aangeven welke factoren deze coëfficiënt beïnvloeden o uitleggen hoe je de magnetische flux kunt bepalen uit de magnetische bronspanning en de magnetische weerstand o de begrippen magnetisering en hysteresis uitleggen o uitleggen wat inductiespanning is en de inductiewet van Faraday toepassen 	
	<i>4: De Elektromotor</i>	<ul style="list-style-type: none"> o uitleggen hoe een elektromotor werkt o de spanningsbetrekking van een motor uitleggen o het begrip koppel toelichten o het verschil tussen een onbelaste en een belaste motor uitleggen o uitleggen wat de begrippen toerental en vermogen betekenen en deze berekenen o uitleggen welke factoren het rendement van een elektromotor beïnvloeden en het rendement berekenen o aangeven welke typen motoren je kunt onderscheiden en uitleggen waarop dit onderscheid is 	

		<ul style="list-style-type: none"> gebaseerd o uitleggen wat je kunt aflezen uit een koppel/toerenkromme; o uitleggen hoe het toerental van een elektromotor te beïnvloeden is door de fluxdichtheid en de ankerstroom o het principe van de werking van een elektronische regeling uitleggen 	
	<i>5: Wisselspanning</i>	<ul style="list-style-type: none"> o uitleggen hoe wisselspanning wordt opgewekt o de wisselspanning weergeven in een grafiek o de begrippen momentele waarde, maximale waarde en top-top waarde uitleggen o de gemiddelde waarde en de effectieve waarde van de wisselspanning berekenen o de begrippen frequentie en periodetijd uitleggen o het principe van draaistroom uitleggen o het begrip faseverschuiving uitleggen o uitleggen hoe je een vectordiagram tekent en hoe je de som van de vectoren kunt bepalen 	
	<i>6: Weerstanden, spoelen, condensatoren en netwerken</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de kenmerken van een weerstand benoemen; o de begrippen impedantie, inductantie en capacitantie uitleggen o uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een spoel aansluit op wisselspanning o uitleggen wat er gebeurt met de stroom en het vermogen als je een condensator aansluit op wisselspanning o het begrip verlieshoek uitleggen o de begrippen blind-, schijnbaar- en werkelijk vermogen uitleggen o het begrip arbeidsfactor, $\cos \phi$, uitleggen o het vermogen en de energie bij wisselspanning bepalen o beschrijven wat er gebeurt bij serieschakeling van weerstanden, spoelen en condensatoren o beschrijven wat er gebeurt bij parallelschakeling van weerstanden, spoelen en condensatoren 	
	<i>Zelftoets</i>		
Elektrotechniek in centrales	Elektrotechniek in centrales-A	<i>1: Drieleidernet, vierleidernet en draaistroommotoren</i>	<ul style="list-style-type: none"> o het principe van een draaistroomgenerator uitleggen o de koppeling van de fasen toelichten o het vermogen bij symmetrische en asymmetrische belasting toelichten o de draaisnelheid van draaistroommotoren toelichten, evenals kortsluitankermotoren en sleepringankermotoren o de ster- en driehoekschakeling uitleggen o de draairichting van draaistroommotoren toelichten
		<i>2: Transformatoren</i>	<ul style="list-style-type: none"> o het principe van een transformator uitleggen o transformatieverhoudingen berekenen o de begrippen kortsluitspanning en kortsluitstroom uitleggen o vertellen welke soorten transformatoren worden toegepast o vertellen hoe een transformator is opgebouwd o de transformatorverliezen uitleggen o vertellen hoe transformatoren worden gekoeld o de toegepaste transformatorbeveiligingen uitleggen

	<ul style="list-style-type: none"> o het vectordiagram van een belaste en onbelaste transformator tekenen en uitleggen o de vermogensverdeling over parallel geschakelde trafo's berekenen
<i>3: Generatoren I</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de opbouw van een generator uitleggen o de regeling van de bekrachtiging begrijpen en uitleggen zoals voor de bediening nodig is o kun je het verschil met de vermogensregeling toelichten o de elektrische eigenschappen voldoende begrijpen en uitleggen om een verantwoorde bediening uit te voeren o de belaste synchrone generator als proces begrijpen en toelichten vanuit het oogpunt van een goede bediening
<i>4: Generatoren II</i>	<ul style="list-style-type: none"> o het werkdiagram van de synchrone generator uitleggen o de vier voorwaarden voor stabiele bedrijfsvoering noemen o in een vectordiagram uitleggen hoe een gekoppelde synchrone generator meer vermogen gaat leveren als de stoomturbine meer stoom krijgt toegevoerd o de spanningsregeling van een generator toelichten o het synchroniseren van de generator met het net uitleggen o vertellen hoe het 'eigen bedrijf' van een centrale globaal is opgebouwd o het begrip 'afschakelvermogen' toelichten en het verschil uitleggen tussen een scheidingsschakelaar en een vermogensschakelaar
<i>5: Generatoren III</i>	<ul style="list-style-type: none"> o de in de centrale toegepaste elektrische beveiligingen toelichten o uitleggen wat het doel is van het 'ontmagnetiseren' van de generator o vertellen welke stator- en rotorbeveiligingen worden toegepast o uitleggen waarom de generatorrotor is geaard via aardborstels o vertellen wat het doel van het terugwattrelais is
<i>6: Elektrische meettechniek</i>	<ul style="list-style-type: none"> o meetprincipes uitleggen bij: <ul style="list-style-type: none"> o stroom o spanning o weerstand o vermogen o cosinus phi
<i>7: Voorschriften</i>	<ul style="list-style-type: none"> o uitleggen wat gevaren zijn met het omgaan met en het werken aan elektrische installaties o vertellen welke maatregelen er getroffen kunnen worden om de gevaren van elektriciteit te voorkomen of tot een minimum te beperken o uitleggen wat de strekking is van de Arbo-wetgeving en wat daarin de rol is van de NEN 3140, de NEN-EN 50110, de NEN3840 en de NEN1010 o de hiërarchische structuur van de aanwijzingen verklaren en aangeven wat de verantwoordingen en bevoegdheden zijn van gebruikte aanwijzingen o uitleggen wat de meest gebruikte componenten zijn en een laagspanningsinstallatie o toelichten wat de gebruikte stroomstelsels zijn o toelichten wat de gebruikte stroomketens zijn en waarvoor ze worden toegepast
<i>Zelftoets</i>	

Procesautomatisering-A	Procesbeheersing voor Operator C deel 1	<i>1: Beheersing van industriële processen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ uitleggen wat een proces is en de bijbehorende begrippen omschrijven ○ uitleggen wat procesbeheersing is ○ de rol en belangrijkste taken van de operator benoemen bij het beheersen van een proces ○ de basisfuncties van de apparatuur in een regelkamer benoemen
		<i>2: Meten en signaleren</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ uitleggen wat het verschil is tussen meten en signaleren in productieprocessen ○ beschrijven om welke redenen we meten en signaleren ○ uitleggen wat het verschil is tussen inline en offline metingen ○ beschrijven wat meetbegrippen, meeteigenschappen en systematische meetfouten zijn ○ beschrijven wat de functie van de transmitter in de signaaloverdracht is ○ beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en de voordelen van smart transmitters zijn ○ uitleggen wat voor type signaalgevers er zijn
		<i>3: Meetinstrumenten en signaalgevers</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ verklaren wat de principes van de meest voorkomende meetinstrumenten zijn voor het meten van druk en drukverschil, niveau, temperatuur en stroming ○ aangeven hoe de meetinstrumenten werken en waarvoor we ze gebruiken ○ eenvoudige berekeningen uitvoeren aan een aantal meetinstrumenten ○ uitleggen wat voor type signaalgevers er zijn ○ beschrijven en verklaren wat het principe, de functies en voordelen van signaalgevers zijn
	Procesbeheersing voor Operator C deel 2	<i>1: Regelen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ de componenten en signalen in een regelkring noemen en beschrijven ○ de belangrijkste functie van de componenten in een regeling beschrijven ○ de opbouw en de werking van de regelkring uitleggen ○ de opbouw van het regelsignaal van een proportionele regelaar begrijpen ○ het algemene blokschema van een regelkring uitleggen ○ het principe van terugkoppeling uitleggen en het belang daarvan aangeven ○ het dynamisch gedrag van processen en regelaars herkennen en uitleggen
		<i>2: Besturen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ uitleggen hoe een PLC als besturingsorgaan werkt ○ uitleggen hoe je signaalgevers en uitvoerorganen op een PLC aansluit ○ de logische basisfuncties beschrijven met een waarheidstabel, symbool en schakelformule ○ combinaties van logische basisfuncties samenstellen en daarvan het besturingsschema tekenen en interpreteren ○ uitleggen wat een volgordebesturing is ○ uitleggen wat schakelformules zijn en waar je deze gebruikt
		<i>3: Ingrijpen in het proces</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ de algemene bouw en werking van regelkleppen beschrijven en verklaren ○ de Kv-waarde definiëren en de functie van de Kv-waarde verklaren ○ de werking en eigenschappen van een regelklep in een regelkring beschrijven en verklaren ○ uitleggen wat cavitatie is, bij welke condities het ontstaat en welke gevolgen het heeft ○ uitleggen hoe een volumestroom met een toerentalregeling kan worden gecorrigeerd ○ de werking en uitvoering van uitvoerorganen beschrijven en verklaren ○ de functie van hoofdschakelementen beschrijven en verklaren

Besturing en beveiliging van centrales	4: Volgordebesturingen	<ul style="list-style-type: none"> ○ de werking van een combinatorische volgordebesturing verklaren aan de hand van een bewegingsdiagram ○ de werking van een stappenbesturing verklaren aan de hand van een functiediagram ○ de verschillende soorten meervoudige structuren van functiediagrammen verklaren ○ een sequentiële besturing omzetten in een functiediagram
	5: Processen met regelen en sturen	<ul style="list-style-type: none"> ○ de principes en uitvoeringsvormen verklaren van de volgende meervoudige regelingen: storingscompensatieregeling, cascaderегeling, verhoudingsregeling, split-rangeregeling en multivariabele regelingen ○ van elk van deze regelingen de P&ID's en de blokschema's herkennen ○ de kenmerken en specifieke toepassingen van deze regelingen noemen ○ verklaren hoe regelen en sturen gecombineerd kan werken
	6: Besturingssystemen en datanetwerken	<ul style="list-style-type: none"> ○ de functies en werking van een industrieel procesbeheersingssysteem beschrijven en interpreteren ○ de opbouw en werking van een DDC systeem beschrijven en interpreteren ○ de principes en werking van SCADA systemen beschrijven en interpreteren ○ de opbouw en werking van DCS systemen beschrijven en interpreteren ○ de algemene principes van analoge en digitale datatransmissie via veldbussen beschrijven
	Besturing en beveiliging van centrales	<ul style="list-style-type: none"> ○ functiegroepbesturing, functiebouwstenen en bediening toelichten

