

---

## 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		
<b>Elektriciteitsleer</b>	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
<b>Elektrotechniek in centrales</b>	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.
<b>Procesautomatisering</b>	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	
<b>Elektriciteitsleer</b>	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.
<b>Elektrotechniek in centrales</b>	De kandidaat kent de opbouw en werking van draaistroommotoren, generatoren en transformatoren. En kent de wet- en regelgeving en veiligheidsprocedures.
<b>Procesautomatisering</b>	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
<b>Elektrotechniek in centrales</b>	- 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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



