



Lichtbronnen en hun dimbaarheid

Kenmerken
Dimmogelijkheden

Marc Vanden Bosch
marc.vandenbosch@laborelec.com

Overzicht

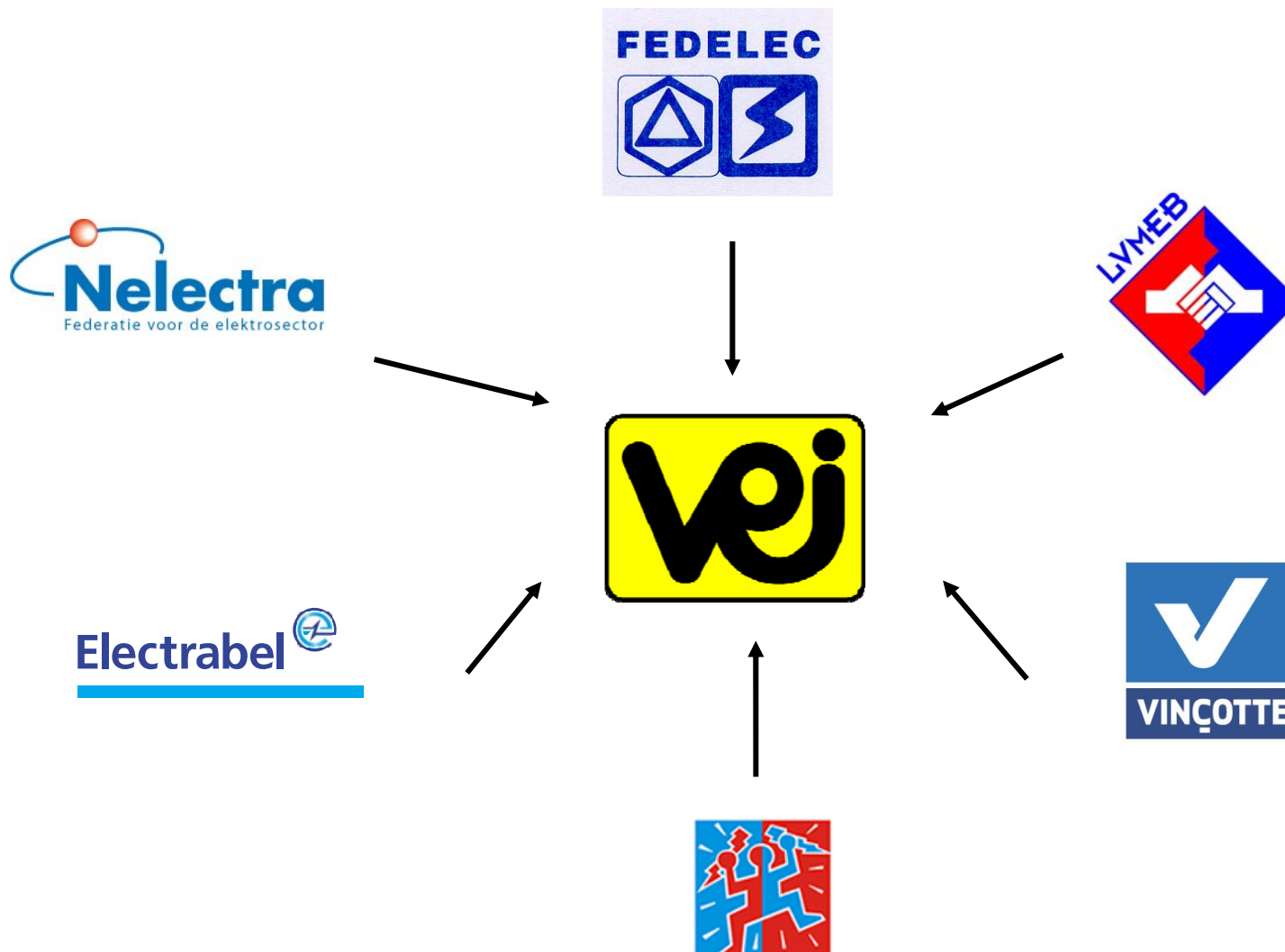
1. Voorstelling VEI
2. Lichtbronnen en hun karakteristieken
 - Overzichtstabel lichtbronnen
 - Wolfram gloeidraad
 - Halogeenlamp
 - Lagedruk natriumlamp
 - Hogedruk natriumlamp
 - Lagedruk kwikdamplamp
 - Hogedruk kwikdamplamp
 - Halogeen-metaallamp
 - LED
 - Overzichtstabel dimming

1. Voorstelling VEI

- Kenniscentrum van en voor de elektro-installatie-bedrijven
 - Initiatiefnemers: federaties voor elektro-installatiebedrijven
 - Financiering:
 - Door elektro-sector via het Fonds voor Bestaanszekerheid en Tecnolec
 - Vlaamse subsidies
 - Prestaties op projectbasis



Effectieve leden

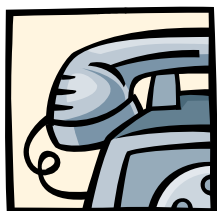


Hoofdactiviteiten VEI

- Technologische AdviesDienst (TAD)
- Sectorcertificatie: Kwaliteitslabel Domotica (KWD)
- Technologie Wacht (TW)
- Andere sectorprojecten (Zenobe)
- Inventarisatie van technische, beroepsgebonden informatie
- Objectieve verspreiding van sectorrelevante informatie

Meer info?

- Bezoek onze stand !
- Contactgegevens:



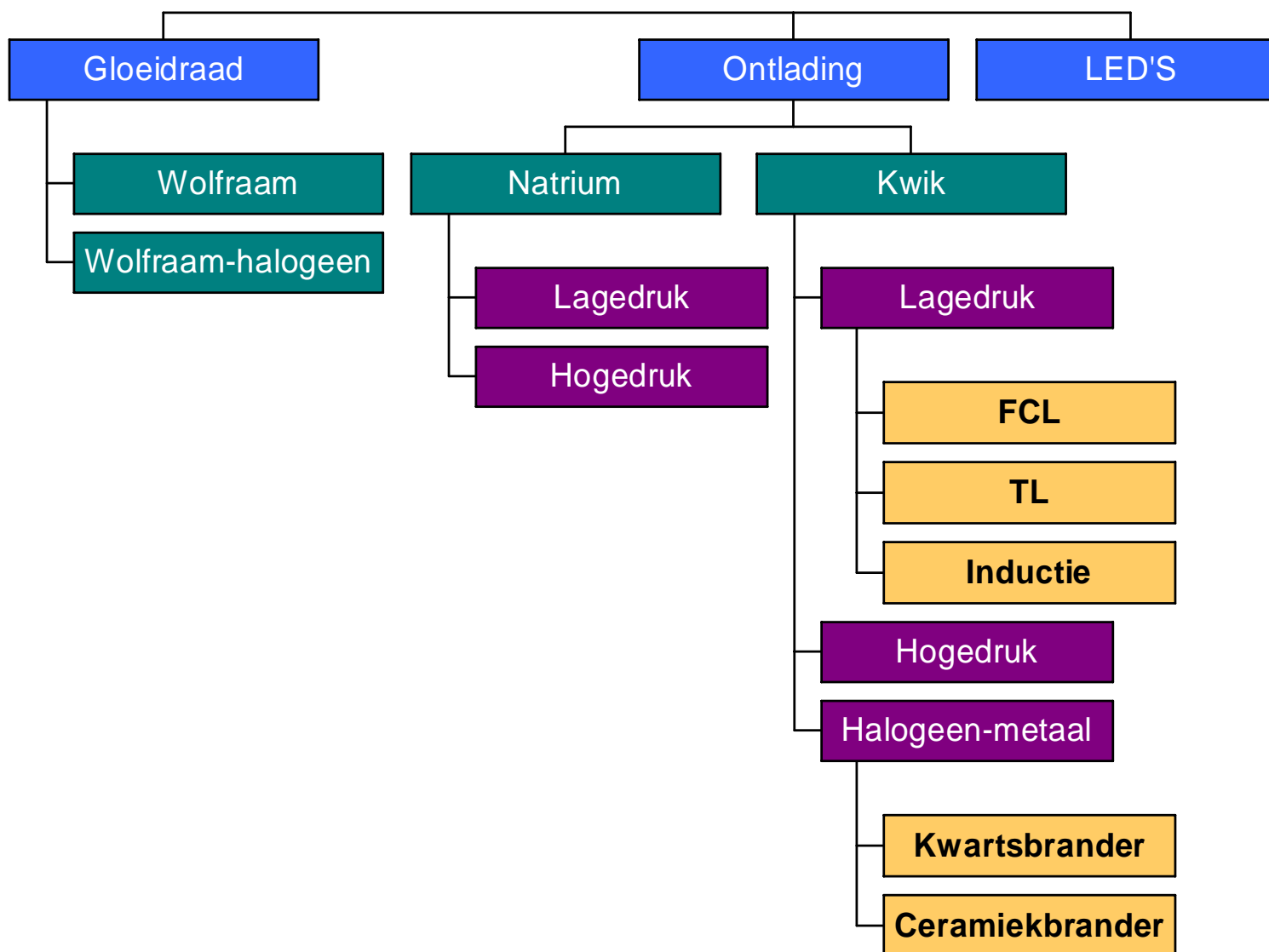
Vlaams Elektro Innovatiecentrum

Kleinhoefstraat 6 - 2440 Geel

Tel: 014 / 57 96 10 Fax: 014 / 57 96 11

E-mail: info@vei.be Web: www.vei.be

2. Lichtbronnen en hun karakteristieken



Wolfraam gloeidraadlamp (1)

- Een continu spectrum door warmtestraling
- Rendement: 7,5 tot 16,5 lm/W
- Maximale lichtstroom: 8200 lm
- Kleurtemperatuur = T° draad = 2700K
- Levensduur: 1000h
- Overspanning kort de levensduur sterk in!
- Vermogen 15 tot 500 W
- Toepassingstype: dagelijks gebruik



Wolfraam gloeidraadlamp (2)

- 100 % compatibel met het dimmen door
 - Spanningsvermindering
 - Fase aansnijding
 - Fase afsnijding
- Maar... 2 evoluties die de gloeilamp in haar toepassing verdringen of verdrongen hebben
 - Van gloeidraad naar spaarlamp met zelfde voetstuk
 - Van gloeidraad naar Halogeen naar Metaalhalogenide (keramische brander)

Halogeenlamp (1)

- Een continu spectrum door warmtestraling
- Dankzij de combinatie van gloeidraad en halogene cyclus, betere karakteristieken dan gloeilamp
 - Levensduur maal 2
 - Levensduur 2000 h
 - Maximale lichtstroom: 48.400 lm
 - Kleurtemperatuur beter
 - = T° draad = 2900 – 3200 K
 - Rendement ligt hoger: 12 tot 25 lm/W
 - In dienst op Zeer Lage Spanning: 6, 12, 24 V
- Overspanning kort de levensduur sterk in!
- Vermogen 5 tot 2000 W
- Toepassingstype: dagelijks gebruik & beklemtoning in handel



Halogeenlamp (2)

- Compatibel met het dimmen door
 - Spanningsvermindering
 - Fase aansnijding
 - Fase afsnijding
- ***Opgepast met het regenereren van de halogene cyclus!***
 - ***=> geregeld nominaal aansturen is nodig***
- 2 evoluties die de karakteristieken of het gebruik sterk beïnvloeden
 - Koudlichtspiegel met infrarood-reflecterende spiegeltechnologie
 - Levensduur 5000 h
 - 40% minder warmte afgifte
 - Van 12 V naar 230 V
 - Levensduur 2500 h

Halogeenlamp: de halogeencyclus (1)

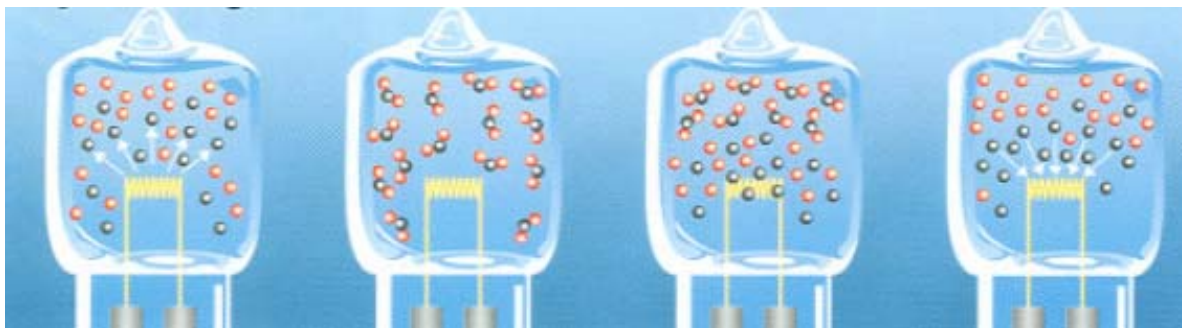
- ↓ bij te lang dimmen zal zwarting optreden
- ↓ vanaf een bepaald dimniveau gaat de halogeencyclus stoppen en gaat de lamp werken als een gewone gloeilamp

Waarom?

- De halogeencyclus:
 - Doel: verdamping gloeidraad beperken
 - Middel: verhogen druk inert gas en kleiner volume
 - Resultaat:
 - hogere temperatuur van de gloeidraad zonder verdamping (en hogere kleurtemperatuur) => **Noodzaakt quartz of thermisch glas**
 - werking van halogenen en edele gassen (Xe,...) bij de regeneratie van de gloeidraad

Halogeenlamp: de halogeencyclus (2)

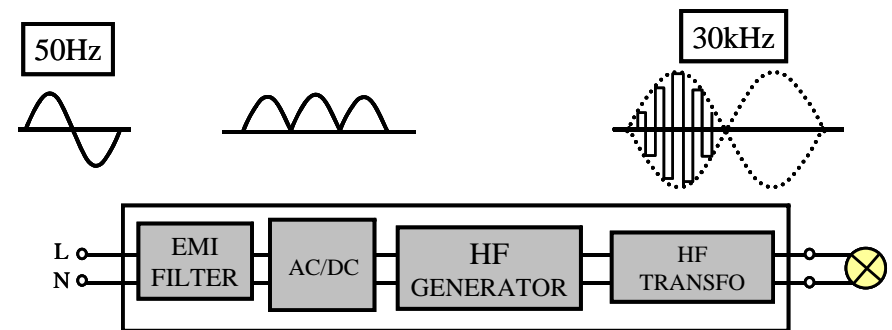
1. Verdamping Wolfraam => atomen naar koude wand van de lamp (300-600°C)
2. Atomen binden zich onderweg met halogeen-atomen (dankzij de warmte)
3. Deze gevormde molecule wordt door haar gewicht en de convectiestromen in de lamp teruggebracht in de buurt van de gloeidraad
4. Dichtbij de gloeidraad valt de molecule door de nog grotere warmte terug uiteen in Wolfraam atomen die zich terug hechten aan de gloeidraad en halogeen atomen klaar voor een nieuwe cyclus



=> Dit alles werkt slechts bij een temperatuur (of een diminstelling) waarop de vorming van deze moleculen nog mogelijk is!

Halogeenlamp: de transformator

- Transformator noodzakelijk naar Zeer Lage Spanning
 - Gewikkelde trafo: dimmen met fase-aansnijding
 - Hoge startstromen tussen 15 en 20 x I_n
 - Elektronische trafo: dimmen met fase-afsnijding
 - Licht en compact
 - Interessant voor inbouw in plafond
 - Langere levensduur van de lamp dankzij
 - Softstart: startstromen worden beperkt tot 3x I_n
 - Minder spanningsvariatie
 - Minder warmte ontwikkeling
 - Constante arbeidsfactor 0,99
 - Minder brommen (30 KHz)
 - Kortsluitbeveiliging
 - Beveiliging tegen over- en onderbelasting
 - Beveiliging tegen oververhitting



Lagedruk natriumlamp

- Niet van toepassing voor het dimmen
- Gebruik: verlichting van autowegen
 - Zeer goed rendement: tot 203 lm/W
 - Geen kleurweergave: monochromatisch oranje



Hogedruk natriumlamp

- Dimbaar (in volle ontwikkeling)
 - Spanningsvermindering
 - Fase aansnijding: van 100% tot 50%
 - Dimbare elektronische ballast: in ontwikkeling voor bepaalde vermogens
- Gebruik: wegverlichting, industriële verlichtingen, voor tuinbouw, zalen en sportterreinen (dit alles op grotere hoogtes)
 - Rendement: tot 150 lm/W
 - Kleurweergave naargelang type van 20 voor klassieke natrium tot 80 voor witte natrium



Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen (1)

- 3 poedertypen
 - Standaard - industrieel wit met KWI 50-75
 - Trifosfor met KWI > 80
 - Met hoge KWI > 90
- Huidig beschikbaar: 3 diameters
 - T12(38mm) tot 65 W en tot 78,5 lm/W
 - T8(26mm) tot 58W en tot 100 lm/W of tot 66,5 lm/W voor KWI 90
 - T5(16mm) tot 80W en tot 104 lm/W
- Kleurtemperatuur = 2700K tot 6500K
- Levensduur: (voorbeeld T8)



Veroudering cyclus	EM ballast (inductief)	Elektr. ballast (warme start)
2,75 u aan/0,25 u uit	36.000u	55.000u
11,5 u aan/0,5 u uit	55.000u	63.000u

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen (2)

- Compatibel met het dimmen door
 - Spanningsvermindering bij conventionele ballast
 - Fase aansnijding bij conventionele ballast: van 100% tot 0%
 - Dimbare elektronische ballast: van 100% tot enkele procenten
- Gebruik: algemene verlichting bedrijven en kantoren, industriële verlichting, sportverlichting,...

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen (3)

- 2 voorbeelden

- De Vip-90.

Bij iedere 0-doorgang van de spanning geeft de Vip90 een sterke puls af die er voor zorgt dat de lamp ontsteekt, ook in gedimde toestand van 0 tot 100%.

De Vip-90 familie wordt in combinatie met een conventioneel (niet hoogfrequent) voorschakelapparaat toegepast, evenals met een dimmer werkend op basis van fase-aansnijding.

- Setronic.

Dimbaar elektronisch voorschakelapparaat in hoogfrequente uitvoering, dimt de lamp tussen 0,7 en 100%. De aansturing is een 0 - 10Vdc regelsignaal.

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Glimstarter
 - 2 bimetaal elektrodes
 - Glazen omhulsel gevuld met edelgas
 - Parallel over de lamp
- Elektronische starter
 - Ontsteking door een triac
 - Juist gedefinieerde voorverwarmingstijd
 - Afschakeling na een aantal pogingen
 - Oververhittingsdetectie met automatische reset

Lagedruk kwikdamp lamp

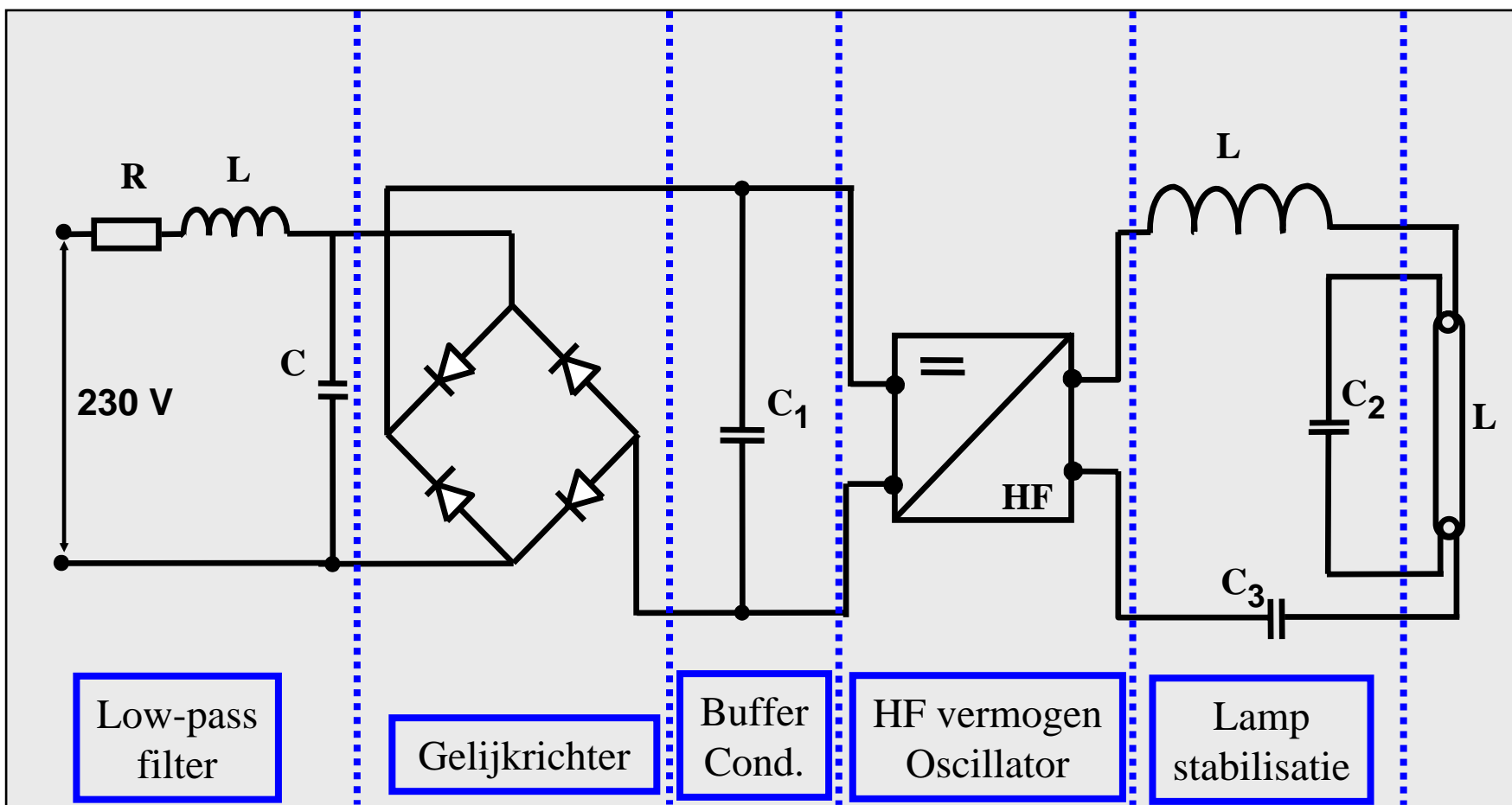
De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Beperkingen conventionele ballast
 - flicker (50Hz netspanning)
 - zware ballast
 - extra condensatoren
 - extra filterspoelen
 - hoog eigen energieverbruik

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

■ Elektronische ballast



Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Low-pass filter
 - Beperken van de harmonische distortie
 - Beperken van de storing van radiogolven. Deze worden van de HF-ballast in de netvoeding geïnjecteerd.
 - Beschermen van de elektronische componenten tegen spanningspieken op het voedingsnet.
 - Beperken van de startstromen
- Gelijkrichter en buffercondensator
 - Gelijkrichter = diodebrug
 - Buffercondensator:
 - Bepaald de vorm van de lampstroom
 - Bepaald de grootte van de startstroom

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- HF vermogen oscillator
 - het hart van de HF-Ballast
 - De halfgeleider schakelaars worden geschakeld op een 30 kHz frequentie geregeld door de ballast controller
 - De ballast controller controleert:
 - de voorverwarming
 - het lampvermogen
 - de netspanningsvariatie
 - de netspanningsfrequentie
 - de overspanningdetectie
 - het dimsignaal

Lagedruk kwikdamp lamp

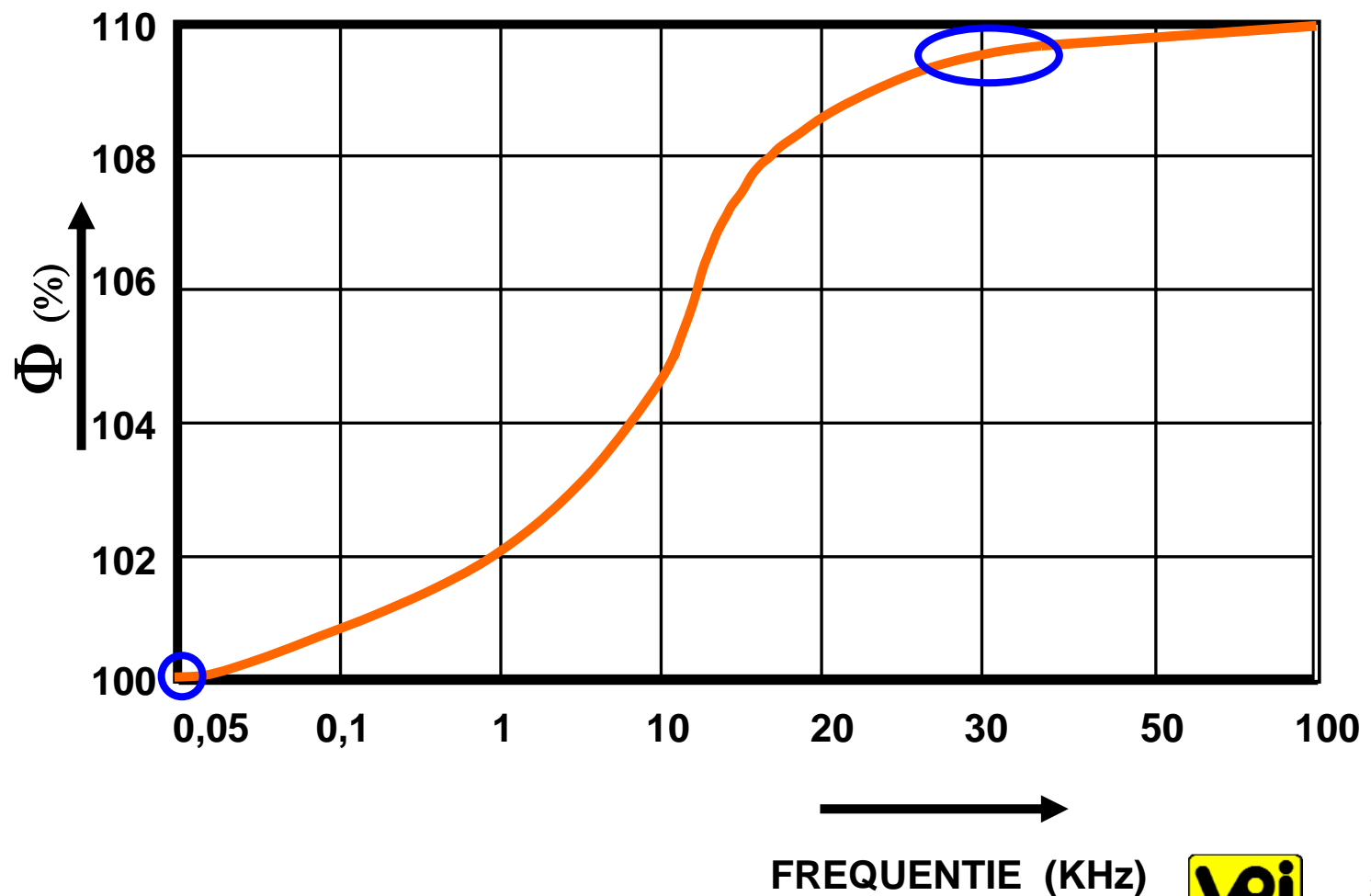
De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Lamp stabilisator
 - Fluorescentielamp is ongeveer NTC-weerstand
 - M.a.w. het gas in de lamp gaat vanaf de start ioniseren en steeds beter geleiden. Men kan dus stellen dat de weerstand van de lamp gaat dalen. Hierdoor zal de stroom gaan toenemen vermits de aangelegde spanning constant blijft.
 - => de lampstroom gaat stabiliseren
 - Functies van de lampstabilisator:
 - Spoelen: lampstroom beperken
 - Condensatoren: Compensatie

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Lamprendement in functie van de frequentie



Lagedruk kwikdamp lamp

De fluorescentiebuizen – Starters en ballast

- Keuze van de frequentie
 - $> 10 \text{ kHz}$ 10% meer lichtopbrengst
 - $> 20 \text{ kHz}$ boven de menselijke gehoorgrens
 - $< 100 \text{ kHz}$ beperken van de verliezen in de ferrietkernen en transistoren
 - $< 33 - 40 \text{ kHz}>$ IR-afstandsbediening
 - $< 50 \text{ kHz}$ Radio storingen
 - **=> Mogelijke frequentie gebieden**
 - $<20 - 33\text{kHz}>$
 - $<40 - 50 \text{ kHz}>$
- Aan-uit schakeling
 - Koude start
 - **De lampelektrodes worden niet voorverwarmd.**
 - **Een hoge ontsteekspanning ($> 800\text{V r.m.s.}$) zorgt voor de start.**
 - Warme start
 - **De lampelektrodes worden voorverwarmd.**
 - **Lagere ontsteekspanning en dunnere elektroden**

Lagedruk kwikdamp lamp

De fluocompacte lampen

- De geminiaturiseerde fluorescentiebuis
- 2 types:
 - E27/E14 met geïntegreerde ballast,
 - 33 tot 65 lm/W en kleurtemperatuur 2700K
 - Van 5 tot 23 W
 - Levensduur: 6 tot 15.000u
 - Met afzonderlijke ballast,
 - 50 tot 87,5 lm/W en kleurtemperatuur zoals fluorescentiebuizen
 - Van 5 tot 55 W
 - Levensduur: 8 tot 16.000u
- $KWI > 80$



Lagedruk kwikdamp lamp De fluocompacte lampen

- Compatibel met het dimmen door
 - Gescheiden dimbare elektronische ballast: van 100% tot enkele procenten
 - Met geïntegreerde elektronische ballast: van 100% tot rond 15%
 - Spanningsvermindering in zeldzame gevallen waarbij flicker niet optreedt
- Gebruik: binnenhuisverlichting en tertiaire verlichting

De lagedruk kwikdamp lamp

De inductielamp

- Inductie zonder elektrode
- 65 tot 70 lm/W, 55 tot 165 W
- Kleurtemperatuur: 2700K tot 4000K
- KWI > 80
- HF generator noodzakelijk maar Flickerongevoelig!
- Levensduur: 60.000u
 - Geen veroudering van elektroden
- **Niet dimbaar!**
- Gebruik: algemene interne en externe verlichting, locaties met moeilijke toegang (tunnels, hoge plafonds,...) *=> levensduur!*
 ...maar maximale afstand tussen lamp en HF generator



Hogedruk kwikdamp lamp

- 36 tot 61 lm/W
- 50 tot 1000 W
- Kleurtemperatuur: 3300K tot 4300K
- KWI van 36 tot 57
- Levensduur: 16.000u met kleurverschuiving naar groen op het einde
- **Niet dimbaar!**
- Gebruik: buitenverlichting en industriële verlichting op grotere hoogtes



Halogeen-metaallamp met kwartsbrander

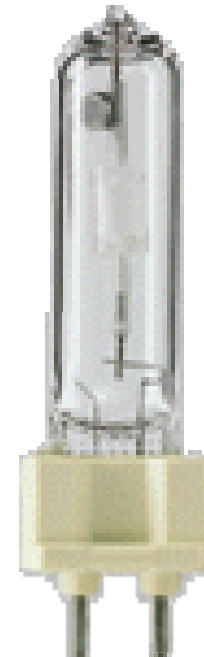
- 65 tot 108 lm/W
 - 70 tot 2000 W
 - Kleurtemperatuur: 3000K tot 5600K
 - KWI van 65 tot 92
 - Levensduur: 4.000 tot 20.000u met kleurverschuiving naar groen op het einde
- 
- Dimmen: brengt afwijking van de kleurtemperatuur, dus zeer beperkt
 - Spanningsvermindering bij conventionele ballast
 - Fase aansnijding bij conventionele ballast
 - Dimbare elektronische ballast
 - Gebruik: industriële verlichting (klassiek) en sportverlichting (compacte ontlasting)

Halogeen-metaallamp met keramiekbrander

- 78 tot 95 lm/W
- 35 tot 150 W
- Kleurtemperatuur: 3000K tot 4200K
- KWI > 80 tot 90, met betere stabiliteit van de kleuren in de tijd dankzij de keramiekbrander
- Levensduur: 12.000u
- Compacte afmetingen, geschikt voor binnengebruik
- Meerderheid behoeft het gebruik van gesloten verlichtingsapparaat met beschermingsglas

Halogeen-metaallamp met keramiekbrander

- Dimmen: brengt afwijking van de kleurtemperatuur, dus zeer beperkt
 - Spanningsvermindering bij conventionele ballast
 - Fase aansnijding bij conventionele ballast
 - Dimbare elektronische ballast
- Gebruik: verlichting voor accentuering in handelszaken, publieke verlichting



HID lamp - algemeen

- Onderzoek over het dimmen van (>200W) HID lampen wijst uit dat
 - Het verband tussen het vermogen opgenomen door de lamp zelf en het vermogen opgenomen door de hele lampopstelling lineair is over het hele dimbereik, wijzend op een hoog rendement van de ballast op alle vermogens
 - Over hetzelfde dimbereik de afname in lichtflux t.o.v. het vermogen opgenomen door de hele lampopstelling veel steiler is dan lineair, wijzend op een dalende lichtopbrengst lm/W.
 - Het reële dimbereik van de lampopstelling niet meer dan 25% van het vermogen lijkt te zijn, wat nog slechts overeenkomt met 50% van de nominale lichtflux.
 - Grotere dimpercentages zijn mogelijk, maar leiden eveneens tot kleurverschuivingen van meer dan 2000K (van 3500K naar 6000K) en een daling van de CRI van 60 naar 35.

LED (Light-Emitting Diodes) (1)

- Punt-lichtbron: lichtgevende diode
- Dynamische verlichtingseffecten
- Relatief energiesparend $><$ temperatuurgevoelig!
 - Witte LED 5000K: 25-43 lm/W
 - Witte LED 3300K: 17-34 lm/W
 - Vandaag: lichtopbrengst van CFL, 2025: **160 lm/W**
 - Drivers voor LEDs: $\eta = 85\%$
- Lange levensduur en betrouwbaarheid (Temp $<90^{\circ}\text{C}$!)
- Basisprincipe is $E = e^{h\nu}$
 - Spanningsval over de diode afhankelijk van de energie-inhoud E van de uitgestuurde fotonen
 - Frequentie van het licht (en dus de kleur) ook afhankelijk van deze energie-inhoud
 - \Rightarrow hoe groter de spanningsval over de LED, hoe blauwer het licht, hoe kleiner de spanningsval, hoe roder



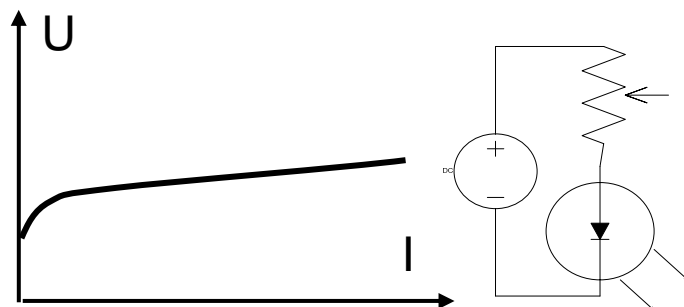
LED (Light-Emitting Diodes) (2)

- DC gevoed: 2 tot 4 V, 200 tot 1000 mA
- 3 manieren om wit licht te verkrijgen
 1. Combinatie van een rode, een groene en een blauwe LED: resultante kleur bepaald door RGB-sturing
!! Elke kleur LED eigen kleurverschuiving bij dimmen
=> geen behoud van het wit
 2. Blauwe LED, met gele fosfor coating: wit licht opgebouwd uit 2 pieken-spectrum (= meest gebruikt)
 3. UV-producerende LED (nog hogere spanningsval dan blauw licht), bedekt met trifosfor-laag
 - UV licht in 3 zichtbare kleuren omzetten: 3 pieken-spectrum naar het principe van de trifosfor fluorescentiebuis
- Dimtechnieken
 - Stroomgestuurd
 - Pulsbreedte Modulatie (PWM)



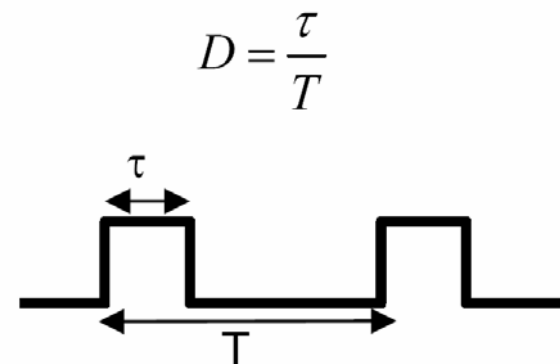
LED (Light-Emitting Diodes) (3)

■ Stroomgestuurd



- Meer stroom door de LED: spanning blijft bijna constant
- Kleurenverschuiving naar rood bij lagere stroom
- Geen lineair gedrag van lichtuitzending t.o.v. stroomsterkte (warmte)

■ Pulsbreedte modulatie



- D ligt tussen 0 (LED uit) en 100% (nominale werking)
- De frequentie van de pulsen is groter dan 100 Hz, $T < 10$ ms
- Kleurenverschuiving naar rood bij hogere D
- Ongeveer lineair verband tussen D en lichtuitzending

Effect van dimmen op LEDs = boek apart !

Overzichtstabel

Lichtbron	Indoor	Spanning	Fase-aansn.	Fase-afsn.	E-ballast
Gloeidraad	X	100-0%	100-0%	100-0%	-
Halogeen	X	100-0%	Gewikkelde trafo	E-trafo	-
LP Natrium		-	-	-	-
HP Natrium		XX	XX 100-50%	-	-
LP Kwik – Fluorescentie	X	Convent. ballast	Conventionele ballast	-	100-0%
LP Kwik – Fluocompact	X	-	-	-	100-0% 100-15%
LP Kwik – Inductielamp	X	-	-	-	-
HP Kwik		-	-	-	-
Halogeen-metaallamp Kwartsbrander		X KWI !!	X KWI !!	-	XX KWI !!
Halogeen-metaallamp Keramiekbrander	X	X KWI !!	X KWI !!	-	XX KWI !!
LED	X	PWM		Stroomgestuurd	

Dank u voor uw aandacht!

Vragen?