

Tekst: Wouter Wissink – Technologisch adviseur

Versie: 12/2023

De invloed van elektronica op de kwaliteit van verlichting

Sinds de opkomst van led-verlichting heeft de elektronica een revolutionaire impact gehad op het verlichtingslandschap. Terwijl leds onbetwistbare voordelen bieden, zoals energiezuinigheid en variabele lichtspectrumopties, brengen ze ook uitdagingen met zich mee die de kwaliteit van het uitgestraalde licht beïnvloeden.

Led biedt enorm veel voordelen waarvan energiezuinigheid een de belangrijkste is. Een andere belangrijke eigenschap van de led is dat zijn lumenoutput en lichtspectrum kan variëren in een fractie van enkele nanoseconden. Dit kan een voordeel zijn als dit gewenst is zoals het geval bij LiFi (Light Fidelity) waarmee men data via het licht kan verzenden in snelheden tot 10Gbps. Maar het kan ook een nadeel zijn omdat elke storing ook zichtbaar zal zijn in de lumenoutput. Vanaf het moment dat het een ongewenst effect is, dan spreken we van **TLA's**, ofwel '**Temporal Light Artefacts**'. Hierin zijn er twee belangrijke te onderscheiden, namelijk **flikkering** en **stroboscopisch effect**.

Wat zegt de wetgeving?

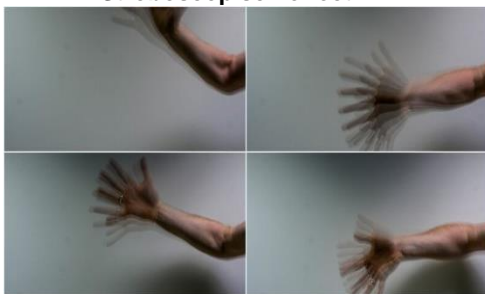
De Europese ecodesign richtlijn (EU) 2019/2020 legt het kader vast voor prestatiecriteria waaraan producten en elektrische apparatuur, met inbegrip van led-lichtbronnen moeten voldoen om hun product legaal op de markt te mogen brengen. Hieronder vallen ook functionele eisen van lichtbronnen met betrekking tot flikkering en stroboscopisch effecten. De nieuwe versie van NBN EN 12464-1 introduceert twee nieuwe parameters voor deze effecten: Short-term flicker indicator (PstLM) en de Stroboscopic Visibility Measure (SVM).

1. Flikkering

Flikkering is een ongewenste periodieke verandering in de helderheid van het licht, meestal waargenomen als een snelle, ritmische fluctuatie. Dit kan veroorzaakt worden door variaties in de voedingsspanning, slechte regeling van dimmers of de werking van sommige soorten lampen.

Flikkering kan ongemak veroorzaken, visuele vermoeidheid induceren en zelfs gezondheidsproblemen veroorzaken bij gevoelige personen. Daarom worden normen en richtlijnen vastgesteld om de acceptabele niveaus van flikkering te bepalen in verschillende toepassingen. De ecodesign richtlijn legt het volgende op voor flikkering: Flikkering (Pst value) $PstLM \leq 1$

2. Stroboscopisch effect



Het stroboscopisch effect doet zich voor wanneer snelle bewegingen of veranderingen in de omgeving worden waargenomen als gevolg van de periodiciteit van de lichtbron. Bijvoorbeeld, wanneer een snel bewegend object wordt belicht door een periodieke lichtbron, kan het lijken alsof het object stilstaat of zich langzaam beweegt, afhankelijk van de synchronisatie tussen de beweging en de lichtpulsen.

Fig. 1: stroboscopisch effect

De bijverschijnselen zijn: last van hoofdpijn en concentratieverlies. Het kan de visuele ervaring verstoren en de kwaliteit van de verlichting verminderen. Volgens de ecodesign richtlijn geldt voor het stroboscopisch effect, SVM: **SVM $\leq 0,9$** \Rightarrow per 1-9-2024 verplicht SVM $\leq 0,4$:

De invloed van electronica op TLA's

Het is dus cruciaal dat de elektronica die gebruikt wordt voor de sturing van de leds kwalitatief goed is en geen storingen veroorzaken die zichtbaar zijn in de lumenoutput. Een van de belangrijkste onderdelen in de sturing van leds en vaak oorzaken van flikkering of stroboscopische storingen, is de geschakelde voeding, waarvan het blokschema is weergegeven in figuur 2.

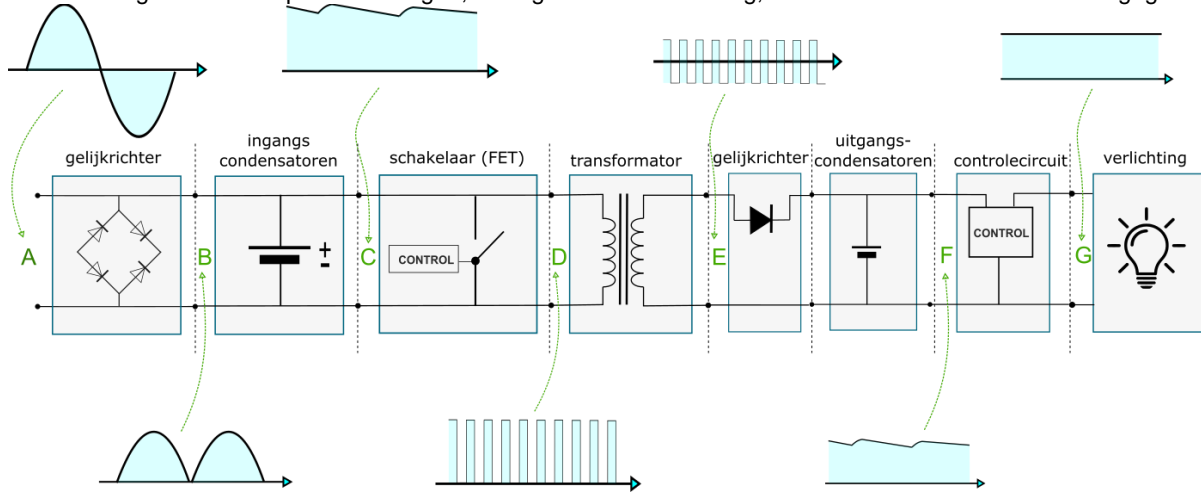


Fig.2: blokschema geschakelde voeding

Welke storingen liggen hier aan de basis en hoe kunnen we hiermee rekening houden? Laten we even dieper inzoomen op het blokschema van fig.2 en de verschillende golfvormen in de stadia van de geschakelde voeding: **Schema punt A fig.2: storingen en fluctuaties in de 230VAC netspanning**

We spreken hier over harmonische vervuiling op het AC net. Dit is een van de moeilijkste problemen om aan te pakken omdat de storing overal vandaan kan komen. Deze vervuilde golfvormen

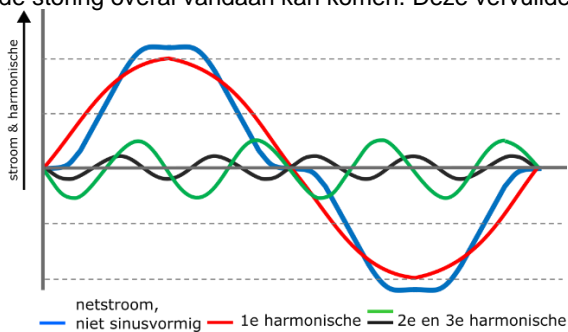


Fig.3: niet sinusvormige netstroom

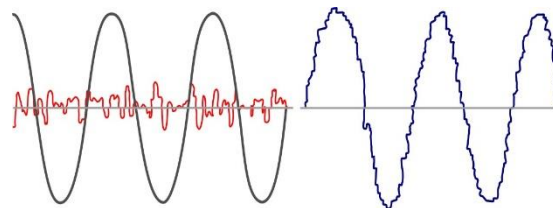


Fig.4: storing op de 50Hz netspanning

kunnen zowel in de stroom (fig.3) als in spanning (fig.4) voorkomen. In fig.3 zien we dat een niet sinusvormige stroom (blauw) zich in het frequentiedomein vertaalt naar een zuivere sinus met dezelfde frequentie (1^e harmonische) en meerdere hogere harmonischen (groen en zwart). Het zijn vooral de hogere harmonischen die storingen kunnen veroorzaken.

De netbeheerder is verantwoordelijk voor een levering van een spanning van voldoende kwaliteit. Deze kan negatief beïnvloed worden door een zwak net of de beïnvloeding door de klant. De kwaliteit moet aan de Netcode voldoen, die is afgeleid van de Europese norm EN50160.

Men kan ervoor kiezen om een actief dynamisch filter (ADF) toe te passen. De sinusvorm wordt dan met een hoge frequentie gescand. Indien er afwijkingen worden geconstateerd t.o.v. de ideale sinusvorm dan reageert het actief filter. Helaas hangt er vaak wel een behoorlijk prijskaartje aan deze filters en blijft de discussie: wie is de oorzaak van de storing?

Blokschema B-C: ingangscondensatoren

De capaciteiten of de condensatoren aan de ingang moeten ervoor zorgen dat de gelijkgerichte spanning wordt afgevlakt. Men bekommt zo een spanning van 325V gelijkspanning ($230V \times \sqrt{2}$). Als de condensatoren niet goed gedimensioneerd zijn, bijvoorbeeld te klein in waarde, dan zakt de spanning van 325V te snel in elkaar voordat de volgende piek, na 10ms komt, na 10ms. Zeker als de voeding zijn maximale vermogen moet leveren dan kan deze spanning in elkaar zakken. We zien dit fenomeen terug in de uitgang en dus lumenoutput als een irritante flikkering van 100Hz.

Temperatuursinvloed elco's: Elektrolytverliezen, veroorzaakt door elektrochemisch zelfherstel en uitdroging, verminderen de levensduur van elektrolytische condensatoren. De kwaliteit van de elco's en dus de verlichting gaat enorm achteruit onder

invloed van hoge temperaturen! Weet dat **elke 10°C temperatuurstijging de levensduur ongeveer halveert!** De voedingen moeten dusdanig geplaatst worden in een ruimte waarin ze genoeg convectie hebben en niet omgeven zijn door bijvoorbeeld isolatiemateriaal.

Blokschema C-D: schakelaar

Om de transformator in de voeding zo compact mogelijk te houden wordt de frequentie van 50Hz opgeschroefd naar bijvoorbeeld 1kHz of meer. De gelijkgerichte spanning wordt door de interne schakelaar, meestal een FET of MOSFET, omgezet in een blokspanning. De aan en uit tijd van deze blokspanning bepaalt het overgedragen vermogen naar de belasting, de led-lamp in dit geval. Het is vaak de minimale belasting die in dit geval problemen kan veroorzaken omdat de "aan-tijd" van de schakelaar zeer kort is. Sommige geschakelde voedingen vereisen een minimale belasting om correct te functioneren en kunnen in een soort van hiccup mode gaan waardoor de led irritant aan en uit gaat knipperen.

De steile flanken en de hoge frequenties waarmee geschakeld wordt kunnen elektromagnetische interferentie genereren, wat storingen kan veroorzaken in andere omliggende elektronische apparatuur of led-verlichting en ook flikkering kan veroorzaken. Een goede afscherming en geschikte filtering is dus nodig om dit te beperken. Elke voeding moet voldoen aan de nodige normen om dit te beperken zoals de IEC 61000-3-2 (beperking harmonische stromen gegenereerd door apparatuur aangesloten op openbare laagspanningsvoedingssystemen) en IEC 61000-3-3: Norm voor beperking van spanningsfluctuaties en flikkering in openbare laagspanningsvoedingssystemen.

Blokschema E-G: gelijkrichter – uitgangscapaciteit – controlecircuit

Aan secundaire kant zitten we in een soortgelijke situatie als aan de primaire kant, zijnde dat het over lagere spanningen gaat. De spanning moet gelijkgericht en afgevlakt worden door de uitgangscapaciteiten. Ook hier gelden weer dezelfde redeneringen als boven zijn beschreven.

Het controlecircuit bij geschakelde voedingen speelt een belangrijke rol bij het regelen van de uitgangsspanning en het behouden van de gewenste functionaliteit. Het kan echter ook bijdragen aan elektromagnetische storingen (EMI) als het ontwerp niet goed wordt beheerd. Het controlecircuit regelt de schakelfrequentie van de geschakelde voeding. Hoge schakelfrequenties kunnen harmonischen genereren die zich uitstrekken tot in het radiofrequentiespectrum, wat storingen kan veroorzaken in andere elektronische apparaten. Het controlecircuit beïnvloedt de stabiliteit van de uitgangsspanning. Als de regeling niet optimaal is, kan dit leiden tot stroomrimpel op de uitgang, wat elektrische ruis veroorzaakt, kan bijdragen aan EMI en flikkering of stroboscopische effecten kan veroorzaken.

Een goede grondplanning en lay-out van de printplaat kunnen helpen bij het minimaliseren van lusstromen en het verminderen van elektromagnetische emissies.

Problemen bij dimmers met fase afsnijding:

Dimmers met fase aansnijding of afsnijding, worden vaak gebruikt om de helderheid van gloeilampen, halogeenlampen en led-lampen aan te passen. Deze dimmers werken door het afsnijden van een deel van de wisselstroomsinusgolf, waardoor het vermogen naar de belasting wordt verminderd en daarmee de helderheid van de lampen wordt aangepast. Hoewel deze dimmers effectief zijn voor het regelen van de helderheid, kunnen ze ook storingen veroorzaken in de verlichting en andere elektronische apparaten.

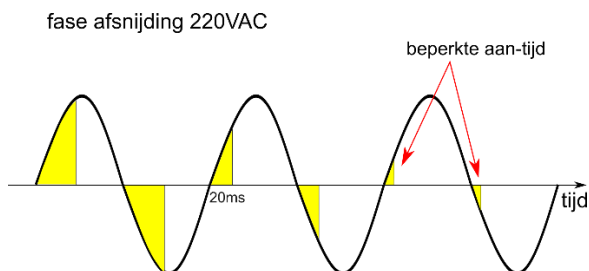


Fig.5: dimmers met fase-afsnijding

Minimale belasting

Een vaak voorkomend probleem bij dit soort dimmers is de minimale belasting als men wil terugdimmen naar een heel laag lichtniveau. Tussen elke afsnijding van de positieve en negatieve spanningsgolf (10 ms) moet een periode overbrugd worden waar geen vermogen naar de lamp wordt geleverd (tijd tussen de gele blokjes). Hoe verder men terug dimt, des te groter wordt deze tijd om te overbruggen. Bij een gloeilamp is dit geen probleem omdat hij nagloeit, maar een led reageert hier direct op! Het elektronisch circuit, dat vaak een beperkte ruimte in de voet van de lamp heeft, bepaalt de kwaliteit van het dimmen. De meeste led-lampen lossen dit op door zichzelf uit te schakelen. De betere dimmers hebben ook een regelcircuit die men met een schroevendraaier kan instellen om het dimbereik aan te passen zodat hij nooit in deze "flikkermode" zal belanden.

Lange leidingen en PWM

Lange leidingen tussen de dimmer en de verlichting kunnen de kans op storing vergroten. De harmonischen gegenereerd door de fase dimmers kunnen zich gemakkelijker verspreiden en interferentie veroorzaken in andere delen van het elektrische systeem. Overspraak tussen kabels die dicht naast elkaar liggen moet dus best vermeden worden.

Dit geldt ook voor het dimmen van leds met PWM (Puls Width Modulation) waarbij het vermogen naar de led wordt geregeld door de stroom naar de belasting (de lamp) met een bepaalde duty cycle aan en uit te schakelen. De kabel kan in dit geval als antenne fungeren en omliggende elektronische apparatuur storen. Een afscherming en aarden van de mantel van de kabel aan 1 zijde kan een oplossing bieden. Men kan ook kiezen om via continue stroomdimming de leds te sturen, deze geeft geen storing naar de omgeving toe en is de beste oplossing als men vrij wil zijn van storingen.

Compatibiliteit met led-lampen

Niet alle led-lampen zijn compatibel met fase aan of afsnijden. Sommige led-lampen kunnen flikkeringen, zoemgeluiden of onregelmatig gedrag vertonen wanneer ze worden gedimd met een fase dimmer. Dit kan als storend worden ervaren. Controleer of de dimmer compatibel is met de specifieke lampen die worden gebruikt. Sommige led-lampen hebben specifieke dimmers nodig voor optimale prestaties.

Gebruik van elektronische dimmers

Elektronische dimmers kunnen een alternatief zijn voor fase doorsnijdingsdimmers en kunnen minder storing veroorzaken.

Algemeen: In conclusie is het cruciaal om aandacht te besteden aan de elektronische componenten en sturingsmechanismen bij led-verlichting om optimale kwaliteit van licht te waarborgen. Normen, richtlijnen en geavanceerde technologieën spelen een essentiële rol bij het minimaliseren van ongewenste effecten en het bevorderen van een comfortabele en gezonde verlichtingservaring.

De informatie in dit artikel is accuraat op moment van publicatie en is gebaseerd op de wetgeving en stand van de technologie op dat moment.
