
Tub LED

Autor:

Data de publicació: 27-01-2013

El tub LED és un tipus de llum LED utilitzada en llums fluorescents amb bases G5 i G13 per reemplaçar els tubs fluorescents tradicionals. [1] comparació amb els tubs fluorescents, els avantatges més importants dels tubs LED són l'eficiència energètica i la llarga vida útil. Els tubs LED també es denominen també "tubs fluorescents LED", però com que la llum prové de components LED i els tubs no contenen cap substància fluorescent, el tub LED és més correcte.

El tub LED és un tipus de llum LED utilitzada en llums fluorescents amb bases G5 i G13 per reemplaçar els tubs fluorescents tradicionals. comparació amb els tubs fluorescents, els avantatges més importants dels tubs LED són l'eficiència energètica i la llarga vida útil. Els tubs LED també es denominen també "tubs fluorescents LED", però com que la llum prové de components LED i els tubs no contenen cap substància fluorescent, el tub LED és més correcte.

Contingut

- 1 General
- 2 Història
- 3 Tecnologia
- 4 Aplicacions
- 5 Temperatura de color
- 6 Avantatges
 - 6.1 Fàcil manteniment
 - 6.2 Consum d'electricitat
 - 6.3 Reciclabilitat
 - 6.4 Vida útil
 - 6.5 Intensitat regulable
 - 6.6 Shatter-Proof
- 7 Reptes
- 8 Connexió del tub LED
 - 8.1 Connectors
- 9 Opcions de tubs LED
 - 9.1 El tub LED amb controlador integrat funciona amb un nou balast LFL existent o nou
 - 9.2 Tub LED - Doble capçal - Passarel de llast - Connexió a la xarxa
 - 9.3 Tub LED amb control remot
- 10 Desafiaments

General

Tub LED amb fals cebador-fusible

Portalàmpades específics amb connexió directa entre contactes la xarxa

Falsos cebadors = fusibles

Al desembre de 2014 es va completar un estàndard per a tubs LED (EN2776) que garanteix una substitució segura del tradicional tub fluorescent T8. Gràcies a l'estàndard, és possible reemplaçar tubs fluorescents antics amb tubs LED i utilitzar tubs LED estàndard, independentment de la marca.

Hi ha diversos tipus de tubs LED disponibles per al reemplaçament de la làmpada fluorescent T8:

Els tubs LED basats en el disseny Retro-Fit normalment es poden instal·lar en lloc d'antics tubs fluorescents en lluminàries compatibles tal com raja, tenint en compte el fabricant i les restriccions específiques de la llum. Alguns models només són compatibles amb balasts magnètics, però també estan disponibles al mercat models que es poden instal·lar en qualsevol lluminària de tub fluorescent antic. En alguns tubs LED Retro-Fit, s'utilitza un arrencador LED especial en lloc de l'arrencador de llum fluorescent. La reintroducció de les làmpades fluorescents encara és possible

només per reemplaçament de la llum i l'arrencada. Si s'utilitza en lluminàries equipades amb condensadors de compensació, els tubs LED solen generar molta potència reactiva. La majoria dels tubs LED basats en el disseny Retro-Fit es fabriquen d'acord amb el tub de LED estàndard EN62776.

En el cas de les instal·lacions basades en el disseny del kit de conversió, les antigues lluminàries i el cablejat es modifiquen per a la introducció del tub LED. En aquests casos, els treballs d'instal·lació han de ser realitzats per un contractista elèctric qualificat. Els objectius de modificació sovint inclouen lluminàries fluorescents amb l'anomenat balast electrònic.

Tubs LED que només estan disponibles com a part d'un accessori d'il·luminació especial. El paquet també pot incloure l'electrònica de control que és externa al tub LED, i els tubs LED no compleixen amb el tub de LED estàndard EN 62776. També es poden instal·lar tubs de LED retrofit (mètode d'instal·lació 1 a dalt) en accessoris dissenyats per Tubs LED. En aquests casos, l'aparell normalment només actua com a bastidor o suport al tub, i el subministrament d'electricitat als tubs utilitza els conductors a la fixació. El tub LED també pot complir amb l'estàndard EN 62776.

Tubs LED compatibles amb un balast electrònic (HF). Aquests tubs LED requereixen un fixador que inclogui un reactor electrònic de funcionament. Aquest tipus té l'avantatge de la fàcil actualització del tub LED (en comparació amb el mètode d'instal·lació 2). El manteniment car és un inconvenient. A més del tub LED, també el balast electrònic pot fallar, i només pot ser substituït per un electricista qualificat. Si un tub LED que és compatible amb un balast electrònic s'instal·la en un aparell fluorescents antic, cal aclarir la qüestió de la responsabilitat. Qui serà responsable del balast electrònic si es trenca quan el tub LED està instal·lat? El proveïdor original del fixador i el dispositiu d'acoblament deixaran de ser responsables si s'utilitzen tubs LED amb balast electrònic. Per tant, val la pena considerar si els reactàncies electròniques s'han de desballestar quan els tubs LED es col·loquen en instal·lacions antigues, especialment en grans projectes de commutació. El terme retro-fit també s'utilitza per referir-se a aquests tubs, ja que el nou tub LED s'adaptarà a l'aparell antic sense modificació. En aquests casos, els tubs LED també poden ser compatibles amb la norma EN 62776.

També s'estan introduint tubs LED compatibles amb els estrets tubs fluorescents T5 als mercats. Principalment compleixen els tipus 3 i 4 anteriors: es lliuren com a part d'un accessori d'il·luminació amb electrònica de control extern o requereixen un aparell T5 amb balast electrònic.

El tub de LED estàndard EN 62776 està basat en la norma internacional IEC 62776 (làmpades LED amb doble capçalera dissenyades per a la retrofitització de làmpades fluorescents lineals - Especificacions de seguretat), que s'aplica als tubs LED compatibles amb un balast magnètic i electrònic.

Història

La data exacte del naixement dels tubs LED és difícil d'establir, però la majoria de les patents sobre el tema són originàries del 2000. El desenvolupament de LEDs blancs a principis dels anys 2000 va permetre utilitzar LEDs per a la il·luminació general. Fins a 2012, els tubs LED es fabricaven principalment a la Xina. Tanmateix, des de llavors, també s'ha llançat una fabricació o muntatge a Finlàndia.

1a generació de tubs LED Retro-Fit: Els anomenats tubs LED Retro-Fit de 1a generació es van introduir al mercat entre 2005 i 2010, i no es va prestar molta atenció a la qualitat o la seguretat. El 2010, les autoritats europees de seguretat, inclosa l'Agència finlandesa de seguretat i productes químics, van decidir evitar el risc d'electricitat que circulés per un tub LED durant la fase d'instal·lació. Això es refereix a una situació en què un extrem d'un tub LED està connectat a la lluminària i l'altre, l'extrem lliure es energitza. La decisió va donar lloc a nombroses prohibicions de vendes i recuperacions de productes. Els productes que compleixen la connexió elèctrica de la primera generació encara estan disponibles al mercat.

2ª generació de tubs LED Retro-Fit: La segona generació de tubs LED esdevingué comú (especialment als països nòrdics) immediatament després de la decisió de seguretat del 2010. En els tubs LED de segona generació, el risc de xocs elèctrics relacionats amb la instal·lació que van afectar la 1a generació es va resoldre mitjançant un nou tipus de connexió elèctrica. La connexió difereix de la de la primera generació, ja que utilitza el cable d'arrencada present en les lluminàries per a la transmissió d'electricitat a través de la lluminària a l'altre extrem del tub. La solució consisteix en substituir l'arrencador per un iniciador especial que curtcircuita amb un fusible la branca d'arrencada.

Tercera generació de tubs LED Retro-Fit: Els anomenats tubs LED de tercera generació actualment al mercat resolen el problema de lluminositat insuficient característic dels seus homòlegs de 1a i 2a generació. Atès que la llum emesa pels tubs LED és de tipus feix, el rendiment (mesurat en lx) de tubs LED en comparació amb les làmpades fluorescents de mida comparable també ha significat de manera significativa la col·locació de la lluminària i l'òptica. Alguns marcs de llum reflecteixen la llum emesa des d'una lluminària fluorescent cap amunt i cap als costats bastant bé, mentre que altres malgasten gairebé tot, però emeten la llum cap avall. Especialment els tubs LED de 1a i 2a generació amb menor potència lluminosa no van coincidir amb el rendiment de les làmpades fluorescents si la lluminària incloïa àmplia òptica amb bones característiques reflectores i només allotjava un sol tub fluorescent-LED.

Aquests lluminàries són capaces de maximitzar la redirecció de la llum emesa des d'una làmpada fluorescent cap amunt i cap als laterals a l'habitació. En cas de tubs LED de tercera generació, s'han intentat solucionar aquest problema augmentant el seu poder lluminós, de manera que seria suficient en qualsevol circumstància, independentment de la lluminària. Com a resultat, però, la brillantor de la superfície del tub supera la de les làmpades fluorescents i, en alguns casos, els components LED brillants individuals poden tenir un efecte inquietant. Actualment, diversos fabricants ofereixen tubs LED de tercera generació, però l'excés de potència lluminosa sol acompanyar-se d'un augment del consum elèctric.

4^a generació de tubs LED Retro-Fit La 4^a generació de tubs LED es centra en resoldre problemes de benestar relacionats amb la il·luminació general. Recentment s'han dut a terme diversos estudis destinats a parpellejar les llums elèctriques. Segons aquests estudis, el parpelleig de les làmpades fluorescents tradicionals pot causar estrès cerebral i ansietat. La quarta generació de tubs LED ofereix una solució al problema de parpelleig. El parpelleig es mesura utilitzant l'anomenat índex de parpelleig o el valor de percentatge de parpelleig. L'eliminació del parpelleig permet l'enregistrament de vídeo d'alta qualitat i la captura de càmera lenta, així com determinades aplicacions de visió artificial en locals equipats amb llums sense parpelles.

Tecnologia

Tub de LED de 10 watts G13 /T8

Normalment, els tubs LED es produeixen utilitzant un gran nombre de LEDs de baixa o potència mitjana. Amb l'ajuda d'aquests, la sortida de llum i la conducció de calor es compensen a tota la longitud del tub. La temperatura de funcionament dels tubs LED és menor en comparació amb les tecnologies d'il·luminació tradicionals, i un tub LED produeix menys calor que les làmpades fluorescents tradicionals.

Entre les propietats més importants dels tubs LED hi ha la possibilitat d'orientar la llum: tota la potència lluminosa d'un tub LED es pot dirigir en un feix estret a qualsevol lloc on es requereixi la llum. Degut a la seva bona directivitat i eficàcia lluminosa, els tubs LED proporcionen il·luminació igual a la d'altres tecnologies d'il·luminació amb menor consum d'energia elèctrica.

Els tubs LED solen ser de plàstic i alumini de gran resistència mecànica i molt duradors, el que significa que no es trencaran fàcilment.

El desenvolupament tècnic dels tubs LED ha estat ràpid durant tot el període de comercialització. L'eficàcia lluminosa ha assolit fins a 150 lm/w.

De la mateixa manera que altres fonts de llum de retrofit, un tub LED requereix una bona font d'alimentació. Generalment, la font alimentació s'integra dins del tub LED, però també es pot situar fora, formant part de la instal·lació.

Aplicacions

Els tubs LED es poden utilitzar per a propòsits d'il·luminació general en totes les ubicacions, a excepció d'ubicacions on es requereixen il·luminacions cap amunt i cap avall. Aquests inclouen, per exemple, llums d'oficina suspeses del sostre i emetent llum cap amunt i cap avall.

En l'actualitat, els tubs LED s'utilitzen principalment en locals on les llums necessiten estar molt. En aquests casos, l'estalvi de consum d'energia relacionat amb la il·luminació compensarà ràpidament el preu d'adquisició més car. Les aplicacions típiques inclouen locals de producció industrial, locals públics, magatzems, magatzems, garatges i sales de refrigeració. A més, a les instal·lacions on la instal·lació d'origen de llum és complicada i costosa, cal preferir tubs LED a causa de la seva vida útil més llarga i l'estalvi de costos d'instal·lació. Els tubs LED també són una excel·lent opció per acompanyar els detectors de moviment, ja que s'encén i surten immediatament, i la quantitat d'alternatives d'encès

/ apagada té menys impacte en la vida útil del tub LED, en comparació amb els tubs fluorescents.

Temperatura de color

Els tubs LED estan disponibles amb temperatures de color equiparables a les d'altres tecnologies d'il·luminació. No obstant això, les temperatures de color més fred són més favorables en el cas de la tecnologia LED. El més càlid és la llum obtinguda per la tecnologia LED, més són els beneficis característics de la tecnologia sacrificada (per exemple, el poder lluminós).

Avantatges

Fàcil manteniment

En principi, qualsevol persona pot substituir un tub LED. En el cas dels productes basats en l'enfocament d'instal·lació Retro-Fit, els tubs LED contenen tota l'electrònica necessària, el que significa que en cas de fallada del tub LED, la reposició del tub fluorescent o reemplaçament és senzilla.

Consum d'electricitat

En comparació amb la tecnologia de la llum fluorescent T8, els tubs LED poden reduir el consum elèctric en més del 50%. També es pot esperar un estalvi de costos d'instal·lació i manteniment, ja que la vida útil dels tubs LED és generalment 3-5 vegades més llarg que la de les làmpades fluorescents.

Els tubs LED constitueixen una excel·lent opció per a la il·luminació de la sala fred, ja que la reduïda generació de calor permet estalvis addicionals mitjançant un reduït consum d'energia relacionat amb la refrigeració.

Reciclabilitat

Al final del seu cicle de vida, els tubs LED han de ser eliminats com a equips elèctrics i electrònics de residus reciclables, i el fabricant / importador del producte està obligat a tenir cura del dispositiu de reciclatge. En la majoria dels casos, el servei de reciclatge es subcontracta a un operador a nivell nacional i els punts de recollida estan disponibles a la majoria de les localitats. Les diferències específiques del fabricant / importador són possibles en els acords. A diferència de les làmpades fluorescents, el mercuri o els metalls pesants generalment no s'utilitzen en tubs LED.

Vida útil

La vida útil dels tubs LED depèn del disseny mecànic, la qualitat dels components LED, la gestió del calor implementada i la qualitat dels altres components electrònics utilitzats. Segons els fabricants, en condicions favorables, la vida útil dels components LED pot arribar fins a 100.000 ... 300.000 hores. En el cas de molts tubs LED disponibles al mercat, la vida útil real és més curta, a causa de la baixa qualitat dels components electrònics utilitzats. A més del disseny del producte, els materials utilitzats i el muntatge, la vida útil també depèn significativament de la temperatura de funcionament i els períodes d'ús. Si un tub LED es pot refredar entre períodes d'ús, és probable que això tingui un efecte positiu en la vida útil. La vida útil també és més llarga en cambres fredes, mentre que en cas de temperatures més altes, els components LED perden l'eficiència d'il·luminació més ràpidament i la taxa de falla electrònica augmenta. Per descomptat, els fabricants no han pogut dur a terme proves de vida de servei absolutes fins ara, ja que provar els productes contínuament durant 100.000 hores trigaria més d'11 anys.

Intensitat regulable

Els avenços en les tecnologies LED han donat capacitats de regulació completa als tubs LED, mentre que la majoria dels tubs fluorescents amb aquesta característica no només són cars per assolir capacitats d'escurçament, sinó que també ofereixen resultats pobres en comparació.

Shatter-Proof

Els tubs LED es feien tradicionalment utilitzant plàstic i alumini, la qual cosa significa que no es resisteixen. Ara hi ha opcions de vidre, que imiten l'aspecte de les làmpades fluorescents T8 que no es desgasten.

Reptes

Els tubs LED estan entre els primers tipus de llum LED per als quals s'ha establert una norma internacional harmonitzada (IEC / EN 62776). La Comissió Electrotècnica Internacional (IEC) va completar el procés de normalització el 11 de desembre de 2014. El procés de normalització va crear les condicions prèvies per a la fabricació de tubs LED compatibles amb les làmpades fluorescents tradicionals T8. L'estàndard també defineix les propietats dels tubs LED, per garantir la compatibilitat i la seguretat dels usuaris. No obstant això, els productes de tubs LED no complets encara estan disponibles al mercat, en el cas dels quals s'ha prestat una atenció insuficient a la seguretat. Per exemple, encara existeix el risc de xoc elèctric relacionat amb la instal·lació dirigit anteriorment per TUKES (L'Agència de Seguretat i Productes Químics de Finlàndia) en el cas d'alguns productes al mercat. El marcatge CE no

garanteix la seguretat.

Connexió del tub LED

Som-hi, ja hem comprat el tub led i ara anem a substituir el nostre vell amic el tub fluorescent. Ens trobem amb els companys de fatigues: reactància i encebador què fem amb ells ?.

Connectors

Entre altres, hi ha un tipus de connectors que van directes a 220 V (fase i neutre) tot i que sempre tenen 2 potetes a cada extrem del cilindre, com a mínim, hi ha dues possibilitats de connexió de les potes (l'Opció II no es recomana, i ja és difícil de trobar al mercat si no en restes de sèrie):

Opció I (SEP): Les dues potetes d'un extrem "son falses" i estan en curtcircuit, les dues de l'altre extrem (marcat INPUT) es connecten a fase i neutre

Opció II (DEP): Les dues potetes (en curtcircuit) d'un extrem es connecten a la fase i les dues potetes (en curtcircuit) de l'altre extrem van al neutre.

Cal verificar de quin tipus de tub es tracta ja que altrament hi pot haver problemes a l'hora de canviar un tub LED (cal mirar el vell i el nou).

Opcions de tubs LED

Actualment hi ha tres tipus de tubs T8 LED en el mercat que són perfectes per dur a terme la modernització que et proposàvem en els anteriors paràgrafs. Principalment es diferencien per la forma en què interactuen amb les resistències existents. La raó de ser d'aquesta diferència rau en que mentre que els tubs fluorescents necessiten, sí o sí, les resistències per a funcionar, els tubs LED no.

Els llums fluorescents requereixen una ràfega d'alta tensió per començar a funcionar i, després, necessiten una mica més per regular la potència que arriba al tub - la resistència és la que s'encarrega de tot això. En canvi, els LEDs utilitzen un controlador, disponible en una gran varietat de mides, que proporcionen diverses opcions.

En un esforç per fer que els T8 LEDs encaixin en els llums fluorescents lineals existents i, així, facilitar la reconversió, els fabricants han trobat un parell de formes diferents de tractar amb aquestes innecessàries resistències. Aquestes solucions van des envoltar la resistència existent, fins treure-o treballar amb ella.

Per a veure els tipus de T8 LED podria funcionar millor en el teu cas, has de tenir en compte els pros i els contres de cada un dels tipus disponibles en l'actualitat.

El tub LED amb controlador integrat funciona amb un nou balast LFL existent o nou

Descripció: Els tubs UL tipus A estan dissenyats amb un controlador intern que els permet treballar amb balastos fluorescents lineals. Cal avaluar la compatibilitat entre tubs i balasts per garantir un bon rendiment del sistema.

Avantatges: UL Type A ofereix el procés d'instal·lació més senzill: el retrofitting implica un canvi senzill de l'LFL existent amb un tub LED de tipus UL. A diferència de les altres opcions, no es requereix cap modificació elèctrica o estructural de l'instal·lador LFL existent.

Inconvenients: no obstant això, amb aquests avantatges es presenten algunes limitacions. La longevitat d'un sistema UL Type A depèn no només del tub LED, sinó també del balast fluoresc lineal, que podria comportar costos de manteniment addicionals al llarg de la vida útil de la solució. La compatibilitat de lastre variarà segons el fabricant i s'ha de comprovar abans de la instal·lació. A més, una solució de tub UL tipus A sacrifica l'eficiència deguda al consum d'energia del llast i està limitat a les opcions de regulació i regulació.

Tub LED - Doble capçal - Passarel de llast - Connexió a la xarxa

Descripció: Els tubs tipus UL també tenen un controlador intern. En lloc d'operar un llast, però, els llums UL tipus B es alimenten directament des de la tensió de la xarxa subministrada a l'instal·lador LFL existent, que requereix diverses consideracions importants i úniques. GE recomana l'ús d'un fusible en línia amb el seu sistema de tipus B per obtenir una protecció contra l'aplicació addicional i ofereix un kit de fusibles en línia per facilitar la instal·lació.

Avantatges: UL Type B ofereix el sistema total més senzill pel que fa al nombre de components: el retrofit implica el

cablejat directament a la tensió de la xarxa, evitant el llast. Això elimina qualsevol problema de compatibilitat i elimina els costos de manteniment associats als reemplaçaments de lastre.

Desavantatges: la instal·lació d'un sistema UL tipus B requereix una modificació elèctrica del dispositiu existent per connectar els tubs a la font d'alimentació. Això és més complicat que simplement substituir les làmpades, i s'ha de tenir molta cura en seguir les instruccions d'instal·lació, ja que el cablejat pot variar segons les solucions tipus B de diferents fabricants. UL Type B és més eficient que UL Type A, sense pèrdues de potència amb balast. Tanmateix, la majoria de tubs UL tipus B no tenen capacitats de regulació i regulació. És important tenir en compte que els cables d'alimentació entrants del dispositiu estan connectats directament a les preses de corrent. Com a resultat, els instal·ladors poden estar exposats potencialment a la tensió de la xarxa durant la instal·lació. Per aquest motiu, el tub LED de derivació de llast doble de GE inclou un interruptor intern de seguretat dissenyat per evitar que el corrent flueixi a través de la llum fins que els dos extrems del tub LED estiguin subjectes a preses de corrent. L'adhesió estricta a les instruccions d'instal·lació és fonamental per a la reconexió d'accessoris existents i per la utilització de tubs UL tipus B.

Tub LED amb control remot

Descripció: Els tubs UL tipus C funcionen fora d'un controlador LED remot, en comptes d'un controlador integrat. Igual que UL Tipus B, el tipus UL de tipus C requereix modificació elèctrica del dispositiu existent, però les sortides de baix voltatge del controlador estan connectades a les preses de corrent en lloc de la tensió de la xarxa.

Avantatges: la instal·lació per a tubs UL tipus C implica l'eliminació de tubs i balasts existents. Els cables d'entrada de fixació s'han de connectar al controlador LED, i els cables de sortida de baix voltatge del controlador s'han de connectar a les preses abans d'instal·lar els tubs LED nous. Un controlador pot alimentar diversos tubs de LED a tot l'aparell. Els controladors LED de GE tenen un cablejat que imita els balasts d'arrencada instantània per facilitar la instal·lació.

La solució UL Type C ofereix una excel·lent eficàcia del sistema, garanteix la compatibilitat del sistema i un gran rendiment general. Es pot integrar amb una funcionalitat de regulació i control robust, que contribueix a compensar els costos laborals i d'instal·lació moderats amb una major eficiència en el futur.

Contres: els costos d'instal·lació són superiors. De la mateixa manera que els de tipus B, aquests tubs requereixen una instal·lació més complexa. No obstant això, pots recuperar part d'aquest cost gràcies a l'eficiència dels tubs i mitjançant l'ús de sistemes de control d'estalvi d'energia.

Desafiaments

Els tubs de LED són un dels primers tipus de làmpades LED per a les quals s'ha establert un estàndard harmonitzat internacional (IEC / EN 62776). La Comissió Electrotècnica Internacional (IEC) va completar el procés de normalització l'11 de desembre de 2014. El procés de normalització va crear les condicions prèvies per a la fabricació de tubs LED compatibles amb làmpades fluorescents tradicionals T8. La norma també defineix les propietats dels tubs LED, per tal de garantir la compatibilitat mútua i la seguretat dels usuaris. Tot i això, encara hi ha al mercat productes tubs LED no conformes, en els casos en què s'ha prestat una atenció insuficient a la seguretat. Per exemple, el risc de xoc elèctric relacionat amb la instal·lació abordat anteriorment per TUKES (l'Agència finlandesa de seguretat i productes químics) encara existeix en el cas d'alguns productes al mercat. La marca CE no garanteix la seguretat.

Referències

^ "TUBS LED REALITZATS" .

^ <http://standards.globalspec.com/std/9963140/cei-en-62776>

^ <http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-11/issue-4/features/developer-forum/proper-driver-design-eliminates-led-light-strobe-flicker.html>

^ <https://valtavallo.fi/blogikirjoitukset/valtavallos-flicker-free-g4-led-tube-was-a-success-in-an-international-led-tube-comparison/?lang=en>

^ "Led Tubes vs Tubs Fluorescents" . www.lightbulbwholesaler.com . Setembre de 2017.

^ "Bulbó Majorista | Comprar Led Tubs" . www.lightbulbwholesaler.com . Obtingut 2017-09-05 .

^ <https://valtavallo.fi/blogikirjoitukset/too-good-to-be-true-are-led-lights-really-as-good-as-promised/?lang=en>

Bibliografia

LED tube-related guidelines published by TUKES on 28 April 2014. (Tukes = The Finnish Safety and Chemicals Agency supervises and promotes the technical safety and conformity, together with the consumer and chemicals safety in Finland.)

IEC-62776 Standard: Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps - Safety Specifications
Poplawski, M.E. & Miller N.M. Flicker in Solid-State Lighting: Measurement Techniques, and Proposed Reporting and Application Criteria, 2013

1789-2015 - IEEE Recommended Practices for Modulating Current in High-Brightness LEDs for Mitigating Health Risks to Viewers

Hur påverkas vi av flimmer och osynliga ljusmodulationer?, Ljuskultur 5/2013

Proper driver design eliminates LED light strobe flicker, LED's Magazine 04/2014

Understand the lighting flicker frustration, LED's Magazine 11-12/2015

Chart the course of energy-efficient SSL through lighting regulations, LED's Magazine 10/2015

LED tubes of twelve major brands reviewed by LuxReview: Valtavalo's flicker free G4 LED tube was a great success