

Dit artikel werd geschreven door Ignacio Molina, technologisch adviseur Volta, in het kader van de Normen-Antenne "Verlichting" met de steun van de FOD Economie.

Versie: 2020 – Gereviseerd 08/2025

Regelen van verlichting: DALI en DALI-2

DALI is een bidirectioneel communicatieprotocol waarmee een gebruiker alle aspecten van een verlichtingsinstallatie kan regelen. Regelsystemen voor verlichting dienen om verlichtingsarmaturen te dimmen of om te schakelen, verlichtingsscènes tot stand te brengen of om de verlichting in de tijd te programmeren.

Onlangs werd DALI-2 ingevoerd, een verdere evolutie van de bestaande technologie. Op welke punten onderscheidt het DALI-protocol zich van de eerste versie?

De DALI-technologie (Digital Addressable Lighting Interface) is een digitale technologie op basis van de voorschriften van de internationale norm IEC 62386. Het protocol en de DALI markering worden beheerd door de vereniging DiiA (Digital Illumination Interface) (<https://www.digitalilluminationinterface.org/>).

In een DALI-systeem krijgt elk toestel een uniek adres, zodat elk lichtpunt op een gedifferentieerde manier kan worden gecontroleerd. Het beheer van het systeem wordt toevertrouwd aan een microcontroller. Elke wijziging gebeurt via software. De bidirectionele communicatiebus werkt met 2 enkelvoudige geleiders. De controller kan gegevens ontvangen over de status van de lampen of de verlichtingstoestellen, en dan meer bepaald:

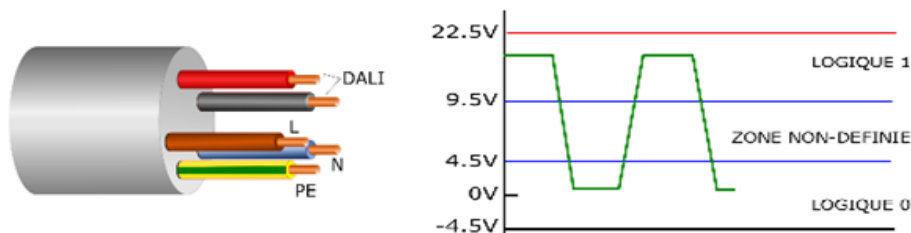
- Lichtsterkte (dimniveau)
- Werkingstijd
- Werkingstoestand (goed of defect)

De dimamplitude van de lichtstroom van de verlichtingstoestellen strekt zich uit van 0,1 tot 100 % en wordt uitgedrukt in 256 stappen met een logaritmisch variatieprofiel. Dat profiel is interessant omdat het beter met de gevoeligheid van de ogen overeenstemt.

Werkingsprincipe

Het kabelnetwerk kan in verschillende topologieën worden ontworpen: bus, ster, bus en ster (gemengd), maar nooit in een ringstructuur. Dit betekent dat bestaande netwerken zonder al te veel moeilijkheden kunnen worden uitgebreid. Er kunnen niet-specifieke standaardkabels worden gebruikt, zoals de 5G1,5, die voorzien is van de fase, de nulgeleider, de beschermingsgeleider en de 2 geleiders voor de Dali-bus.

De Dali driver op de bus levert 16 V/250 mA. De Dali voeding op de bus en het informatiesignaal maken gebruik van hetzelfde paar DALI-geleider draden. **Ze zijn ongevoelig voor polariteit.** De spanningsval op de lijn vanaf de controller tot aan de verst verwijderde component mag niet meer dan 2 V bedragen. De maximale afstand tussen twee elementen in een DALI-kring bedraagt 300 m. De doorsneden van de kabels zijn dan ook variabel, afhankelijk van de noodzakelijke lengte: bv. een draaddoorsnede van 0,5 mm² voor afstanden tot 100 m, een doorsnede van 0,75 mm² voor afstanden tot 150 m en een doorsnede van 1,5 mm² (de meest toegepaste doorsnede) voor afstanden tot maximaal 300 m.



Figuur 1 : Typische bekabeling en spanningsvariaties

De overdrachtssnelheid van de gegevens bedraagt 1.200 bits/seconde, wat relatief traag is, maar wel volstaat voor het regelen van de verlichting. De spanningsniveaus schommelen meestal tussen een laag niveau van 0 V (logica 0) en een hoog niveau van 16 V (logica 1). Als er geen communicatie is, is het niveau in normale omstandigheden hoog. De voeding van de bus levert een maximale stroom van 250 mA. Een standaarddriver verbruikt 2 mA, maar het is mogelijk dat andere componenten op de bus meer verbruiken. Het is daarom belangrijk om bij het ontwerpen van de bus de stroom niet boven 250 mA te laten stijgen.

Het DALI-protocol kan via gatewaymodules met andere protocollen worden geïntegreerd (bv. KNX, TCP/IP of EnOcean). De volgende soorten informatie kunnen worden uitgewisseld:

- Inschakeling (ON/OFF)
- Meer/minder stroom
- Status (systeem/sensoren/detectoren)
- Vrij/bezet
- Lichtsterkeniveau
- Nummer groep of scène
- enz.

Communicatie- en adresseringswijze van de componenten

In een regelsysteem verzendt de controller een query naar een module of een component en ontvangt vervolgens een antwoord van die module of component. De lengten van de communicatieframes verschillen, afhankelijk van de vraag of het om een query of om een antwoord gaat. Voor een query van de controller naar een component (bv. een verlichtingstoestel) bestaat het frame uit 19 bits: 1 startbit, 8 adresbits (1 byte), 8 bits (1 byte) gegevens en 2 stopbits. Voor een antwoord van de component bestaat het frame uit 11 bits: 1 startbit, 8 gegevensbits en 2 stopbits. Elk verlichtingstoestel of toestel van het DALI-systeem heeft zowel een individueel adres (1 tot 64) als een groepsadres.

De structuur van de adresbyte ziet er als volgt uit: Y – A5 – A4 – A3 – A2 – A1 – A0 – S

De eerste bit (Y) betreft de adresseringswijze; de selectiebit (S) bepaalt het type query. Als de selectiebit S een waarde S=0 krijgt, betekent dit dat het volgende gegeven een variatiewaarde is; als S=1, betekent het dat er een opdrachtinstructie volgt.

De gegevensbyte bevat dus ofwel een intensiteitswaarde die wordt gecodeerd door een getal N dat tussen 0 en 255 ligt (S=0) of een vooraf bepaalde opdracht (S=1). De norm IEC 60929 definieert een hele reeks instructies. Zoals: 00000000 = onmiddellijk doven van de lamp of 00000110 = regeling minimale lichtsterkte

Wetende dat elk verlichtingstoestel of elke component met een uniek adres overeenstemt, is het duidelijk dat de adressering op 3 verschillende manieren kan worden uitgevoerd:

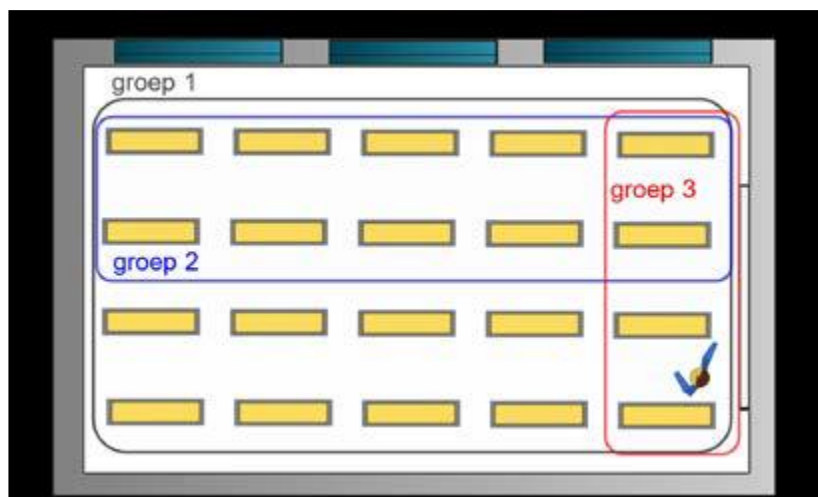
1. Op individueel niveau. Bij de individuele adressering naar een component, Y=0
2. Op het niveau van een groep. Bij de adressering naar een groep, Y=1
3. Op het niveau van alle componenten (Broadcast-modus): in dat geval wordt de opdracht naar alle componenten van het DALI-netwerk verstuurd. Alle bits van de byte van het adres zijn dan gelijk, Y en A5 tot A0 =1

Groepen et scènes

Een van de grootste voordelen van een DALI-systeem is dat men niet alleen het systeem kan sturen op basis van individuele adressen, maar dat ook de mogelijkheid bestaat om scènes en groepen te maken. Het DALI-protocol ondersteunt de individuele controle van 64 elementen (lichtarmaturen, melders enz.), die in 16 groepen kunnen worden samengebracht en die 16 verschillende sfeerscènes in het geheugen kunnen opslaan. De verdeling van de groepen verlichtingstoestellen moet niet op het moment van het ontwerp worden vastgelegd, maar kan later gebeuren via de programmering. Dit betekent dat de bekabeling niet hoeft te worden gewijzigd bij latere aanpassingen. Een groep is een geheel van verlichtingstoestellen en/of melders, die geselecteerd zijn om gelijktijdig te werken. Een groepsinstructie betreft dit geheel. Een verlichtingstoestel kan wel deel uitmaken van meerdere groepen.

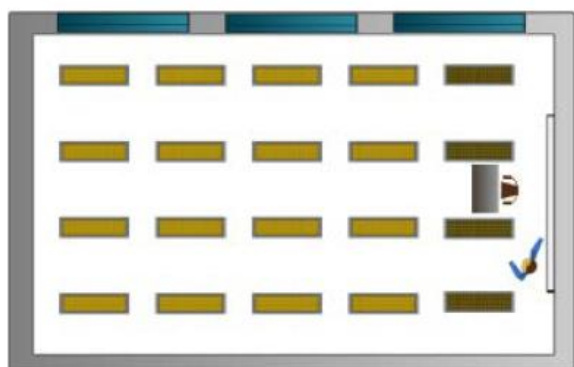
De verlichting van een klaslokaal is een duidelijk voorbeeld van een toepassing met groepen:

- **Groep 1** : selectie van alle verlichtingstoestellen van de klas voor een werkingsmodus in 'totaallicht', bv. op het einde van de namiddag tijdens de wintermaanden. Dit kan m.b.v. een eenvoudige drukknop of een bewegingssensor.
- **Groep 2** : selectie van de rijen verlichtingstoestellen bij de vensters voor een werking in combinatie met een daglichtsensor met de modus 'doven van de verlichtingstoestellen in de natuurlijk verlichte zone' voor gebruik overdag.
- **Groep 3** : selectie van de verlichtingstoestellen in de zone voor de leraar om een werking in 'plaatselijke licht'-modus, zodat hij de taken van de leerlingen kan corrigeren zodra die vertrokken zijn of om nota's te gebruiken tijdens een presentatie met een projector.

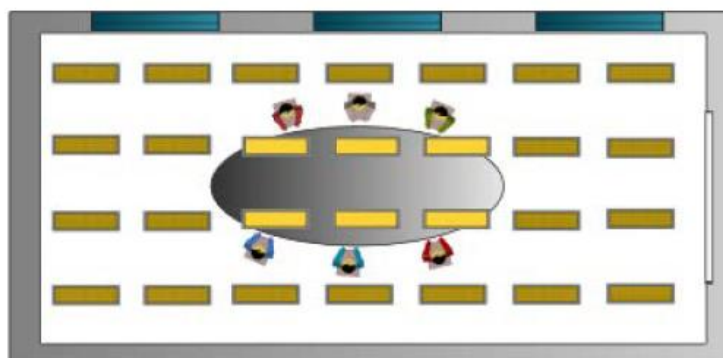


Figuur 2 : Voorbeeld van groepen in een klaslokaal

De scènes bieden de mogelijkheid om de verlichtingsniveaus per lichtpunt of per groep te bepalen. De lichtstroom van elk verlichtingstoestel kan verschillen, afhankelijk van de gekozen scène via een bedieningspaneel. In de scène rechts van Figuur 3 wordt het licht gedimd voor een deel van de vergaderzaal en schijnt het licht feller boven de vergadertafel in het midden enz.



klaslokaal: scene 3



vergaderzaal: scene 4

Figuur 3: Voorbeeld van scènes

Het is ook mogelijk om in een ruimte verschillende scènes voor de verlichtingstoestellen te definiëren. Zo kunt u een 'werkscène' of een 'ontspanningsscène' creëren. Ook de dimsnelheid kan in de verschillende scènes voor elk verlichtingstoestel vooraf worden gedefinieerd.

Vergelijking tussen DALI en DALI-2

Een DALI-beheersysteem kan gemakkelijk worden geïnstalleerd en vraagt slechts beperkte inspanningen voor de installatie. Toch was het nodig om het protocol grondig uit te breiden en te herzien. Die update was onder meer nodig om een totale compatibiliteit te kunnen garanderen tussen de verschillende fabrikanten die deze beheerwijze voor hun producten aanbieden - in het verleden was die compatibiliteit immers niet altijd gegarandeerd. Hierna hebben we de belangrijkste verschillen op een rijtje gezet tussen de eerste versie van DALI en de uitgebreidere versie DALI-2.



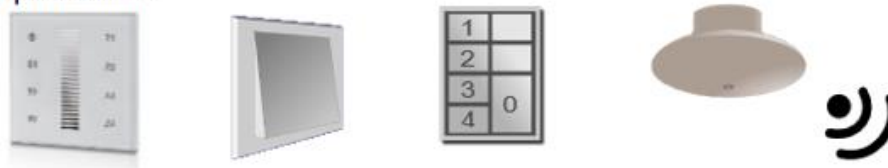
DALI-1

Het DALI-protocol bestaat al sinds 2000. Voor alle duidelijkheid noemen we deze versie hier DALI-1. Hiervoor is geen enkele certificatie nodig; een eigen verklaring van de fabrikant volstaat. De normen in verband met DALI-1 voorzien geen voorschriften noch tests voor de compatibele componenten. Het protocol werd vanaf het begin als een open en gestandaardiseerd protocol volgens de IEC 62386 normenreeks ontworpen. Een DALI-1-installatie bestaat uit vier types elementen:

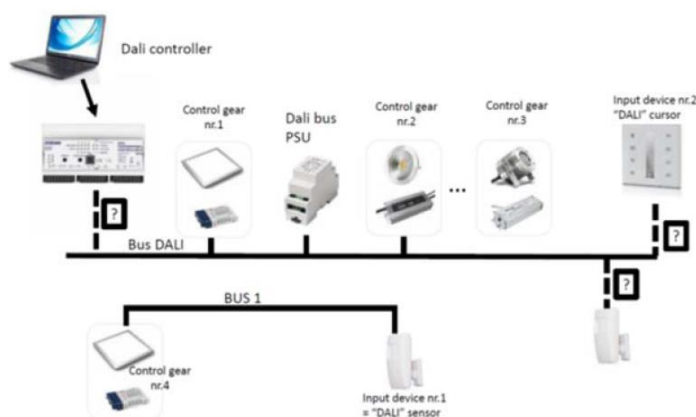
- De controller (DALI Controller): dit is het brein van het systeem. De controller ontvangt de informatie, neemt de beslissingen en verzendt de opdrachten naar de verschillende modules/componenten. Hij kan via een software worden geprogrammeerd.
- Sturing (Control Gears): De sturing (bv. drivers voor de ledverlichtingstoestellen) moet DALI-compatibel zijn. Sturingen zijn direct verbonden met het toestel en leveren de energie voor de werking. De sturing kan afzonderlijk of in het verlichtingstoestel ingebouwd zijn

- Een busvoeding (Bus Power Supply Unit): Deze levert de spanning (16 V) en de stroom (250 mA) die nodig zijn om de bus te voeden, d.w.z. de elektrische kabels die alle modules/componenten van de installatie met elkaar verbinden.
- Inputapparaten (*Input Devices*): Dit zijn de drukknoppen, de schuifknoppen, de sensoren of de detectoren die aanwezigheden, lichtsterkte enz. registreren. Zij bezorgen informatie aan het systeem.

Input device



In DALI-1 kunnen de opdrachten die afkomstig zijn van de inputapparaten (*Input Devices*) van bepaalde fabrikanten rechtstreeks door de driver van het verlichtingstoestel (*Control Gears*) worden verwerkt, als die component van dezelfde fabrikant is. In de DALI-1-omgeving zijn dus niet alle DALI-modules noodzakelijkerwijs compatibel als ze van verschillende merken afkomstig zijn. Het voorbeeld in Figuur 4 maakt dan ook het risico duidelijk als in een installatie meerdere bus-systemen gebruikt worden in plaats van één enkele DALI-bus.



Figuur 4: Netwerk met twee DALI bus-systemen



DALI-2

De nieuwe versie DALI-2 werd in 2015 geïntroduceerd. In tegenstelling tot DALI-1 is hiervoor wel een certificatie door een erkent labo verplicht. Die certificatie is gebaseerd op een reeks tests en controles onder toezicht van de vereniging DiiA (Digital Illumination Interface Alliance). Indien blijkt dat een product op één of meerdere punten niet compatibel is, kan de gebruikslicentie van het merk DALI-2 worden ingetrokken of niet worden toegekend. Alle hulpelementen (voorschakelapparaten, leddrivers enz.) en alle types sensoren/detectoren en andere regelsystemen met een DALI-2-certificatie kunnen met elkaar worden gecombineerd en werken met elkaar, ongeacht de fabrikant die ze heeft gemaakt.

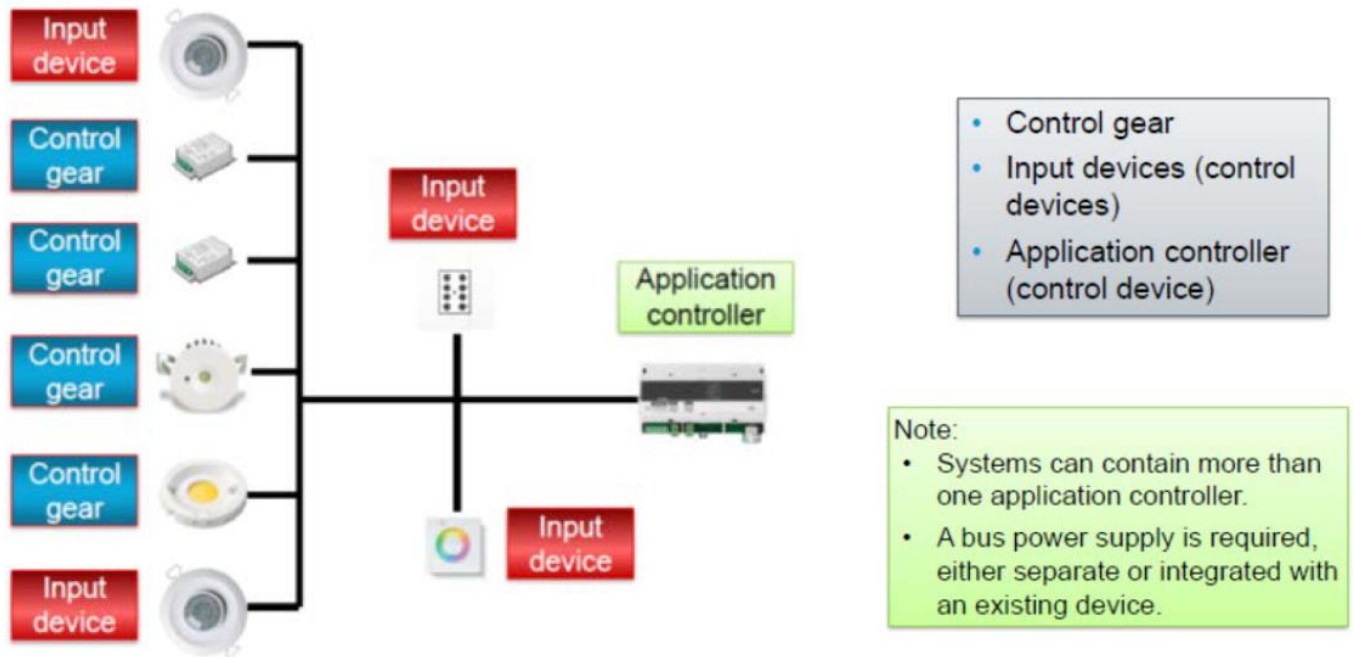
Anderzijds zijn de specificaties onder DALI-2 duidelijker en nauwkeuriger geworden: timing, fading, bekrachtiging en start. De fadingstijd (tijd van variatie tussen twee statussen) werd verlengd en varieert voortaan van 0,1 s tot 16 min. De bidirectionele informatie-uitwisseling en de interoperabiliteit tussen de verschillende fabrikanten van DALI-apparaten werden verbeterd. DALI-1- en DALI-2-uitrustingen kunnen wel nog gelijktijdig op hetzelfde kanaal worden gebruikt. Op de site van de DALI-vereniging vindt u een regelmatig geüpdatete lijst waarin alle gecertificeerde producten zijn opgenomen.

Er werden componenten en functionaliteiten toegevoegd via de update van meerdere delen van de reeks normen IEC 62386. Merk op dat de bedieningstoestellen (Input Devices) voortaan in de Control Devices zijn geïntegreerd (volgens deel 103 van de norm IEC 62386).

Het nieuwe DALI-2-systeem bestaat voortaan uit 3 types elementen (Figuur 5):

- 1) **Control Gear**: bedieningsapparaten zoals in DALI-1
- 2) **Control Devices**: Dit zijn regelcomponenten die het volgende kunnen zijn:
 - Een applicatie-controller (Application Controller): dit is het brein van het systeem. Deze ontvangt informatie, neemt beslissingen en verzendt de opdrachten naar de modules.
 - Inputapparaten (Input Devices): Drukknoppen, schuifknoppen, sensoren/detectoren die aanwezigheden en lichtsterkte registreren enz. Zij leveren de informatie die vervolgens door het systeem wordt geëxploiteerd.

3) Bus power supply: de voeding van de bus zoals in DALI-1



Figuur 5: Architectuur van een DALI-2 systeem (Bron DiiA)

In het nieuwe DALI-2-systeem communiceren de *Input devices* (die voortaan in de *Control Devices* zijn geïntegreerd) niet rechtstreeks meer met de *Control Gear*. De opdrachten worden nu eerst door de *Application Controller* verwerkt en vervolgens naar de *Control Gears* verzonden. De *Application Controller* is daardoor verantwoordelijk voor de communicatiegegevens tussen de *Input Devices* en de *Control Gear*. Bovendien kunnen de *Input Devices* in DALI-2 al een geïntegreerde functie als applicatiecontroller hebben. In dat geval is geen enkele extra externe controle-eenheid nodig. Een ander voordeel van DALI-2 is het feit dat er sinds kort ook een detectiesysteem voor conflicten is opgenomen. Hierdoor kan een opdracht worden teruggestuurd als ze door een conflict verloren is gegaan. De *Application Controller* houdt toezicht over het proces. Alle verlichtingselementen bevinden zich bij DALI-2 nu op dezelfde bus.

Conclusies

Dankzij de betrouwbare bidirectionele communicatie van het DALI-2 systeem, de nieuwe functionaliteiten en de toekomstige uitbreidingen, biedt deze technologie een voordelige oplossing voor het regelen van de verlichting. In DALI-2 zijn nu alle componenten opgenomen die noodzakelijk zijn voor het regelen van een verlichtingsinstallatie. Door de verplichte certificatie zou de compatibiliteit van de elementen voortaan geen probleem meer mogen zijn. Producten die volgens DALI-2 werden gecertificeerd, krijgen het logo en worden in de online gegevensbank van DiiA opgenomen. Een DALI-2-module is altijd compatibel met DALI-1, maar DALI-1-componenten zijn niet noodzakelijkerwijs compatibel met DALI-2. U neemt daarom best altijd contact op met de fabrikant als u verschillende modules en componenten met elkaar wilt combineren.

Meer informatie: <https://www.dali-alliance.org/>

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.
