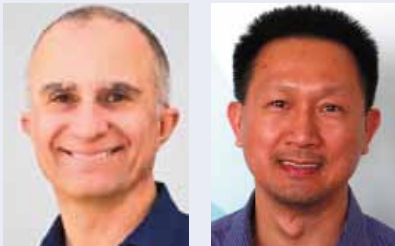


Mata din LED-armatur via Power-over-Ethernet

Ljuset kan då styras över lokalnätet och paras ihop med sensorer, trådlösa kommunikationsmoduler och processorer till ett smarta nät

Av Alec Makdessian och Thong Huynh, Maxim Integrated



Alec Makdessian har mer än 15 års erfarenhet inom halvledarindustrin, bland annat som FAE och med marknadsföring. Hans tekniska erfarenhet spänner över områdena från LED-belysning, sensorer, datakonvertering, strömvakning och temperaturavkänning till digital isolering och RF.

Thong Huynh har FAE-ansvar på Maxim Integrated. Han har konstruerat switchade nätaggregat och definierat energibesparande produkter. Thong har två patent som berör konstruktionen av switchade nätaggregat. Tidigare har han bland annat arbetat på Vishay-Siliconix, Artesyn Technology och OECO.

Numera är det vanligt att LED-belysning ersätter glödlampor, halogenlampor och kompaktlysrör i kommersiella och industriella miljöer, liksom i bostäder. Lysdiodlampor har väl dokumenterade fördelar. De har längre livslängd och högre energieffektivitet än alternativen, och de är små.

Livslängden hos en LED-lampa är typiskt 50 000 timmar, vilket kan jämföras med 1000 till 2000 timmar för glödlampor och 5 000 till 10 000 timmar för lågenergilampor. Den längre livslängden gör att man spar pengar eftersom lamporna inte behöver bytas så ofta, samtidigt som trasiga lampor är en säkerhetsrisk. Ljusstyrkan hos en 10 W LED-lampa är dessutom ungefär densamma som hos en 60 W glödlampa, vilket gör det billigare att använda lysdioder.

Även om fördelarna med att använda LED är välkända, diskuteras fortfarande det mest effektiva sättet att driva dem.

I DEN HÄR ARTIKELN förklarar vi hur du kan mata lysdioderna med likström via modern Power-over-Ethernet(PoE). Om man enbart jämför systemeffektiviteten när man driver belysningen med PoE-teknik och traditionell växelström via elnät så är det ingen större skillnad. PoE-tekniken vinner



däremot om man adderar fördelarna som kommer med att det går att styra och hantera ljuset över det lokala nätverket.

Lysdioder drivs med lågspänd likström. De flesta drivenheter för lysdioder använder en AC/DC-omvandlare för att leverera rätt spänning direkt från nätet. Denna omvandlingsprocess minskar systemets effektivitet, så konstruktörer har föreslagit likströmsmatade kraftsystem.

I NÅGRA STUDIER har man jämfört kostnaden för dagens AC-metod med DC-matade system. En studie från Carnegie Mellon University pekade på en besparing motsvarande 2 000 dollar per år om man använder DC i stället för AC för belysning av en kontorsbyggnad på 4 800 kvadratmeter. Om lysdioderna drivs med solenergi i kombination med elnätet, kan man spara upp till 5 000 dollar per år på att ersätta AC med DC.

Idag kan du mata LED-lampor med PoE-teknik som följer standarden IEEE 802.3, ursprungligen släppt 2003 och uppdaterad 2009. Standarden specificerar att effekt och datakommunikation levereras över en standardiserad nätkabel (dvs, Cat 5) direkt till enheten som ska anslutas. Effekten levereras från en strömförsörjningsenhet, kallad PSE (power-sourcing equipment), i switchen/navet. Den anslutna enheten – i vårt fall LED-lampan – tar emot effekten och kallas fortsättningsvis PD, kort för power-ed device.

PSE-enheten levererar mer effekt än vad PD-enheten kan ta emot – allt för att ta hänsyn till den högsta effektförlust som kan uppstå i nätkabeln.

DEN URSPRUNGLIGA PoE-standard (IEEE-802.3af) definierar en PSE som levererar minst 15,4 W över likspänningsområdet 44 V till 57 V och en Cat 3 eller bättre kabel. I detta scenario är PD begränsat till 13,0 W över likspänningsområdet 37 V till 57 V. Senare har standarden IEEE802.3at utökat effektkapaciteten till 30 W (PSE) över en Cat 5 eller bättre och spänningsområdet 50 V till



Figur 1. Nätansluten belysning och sensornät kan tillhandahålla nya funktioner överallt där belysningen används och stänga av ljuset när det inte behövs.

57V. Här är PD begränsat att maximalt dra 25,5W över 50V till 57V. Inom kort väntas standarden IEEE 802.3bt bli godkänd. Den kommer att utöka PoE-kapaciteten ytterligare genom att höja den minsta effektnivån på utgången av PSE-enheten till 90W (se tabell 1).

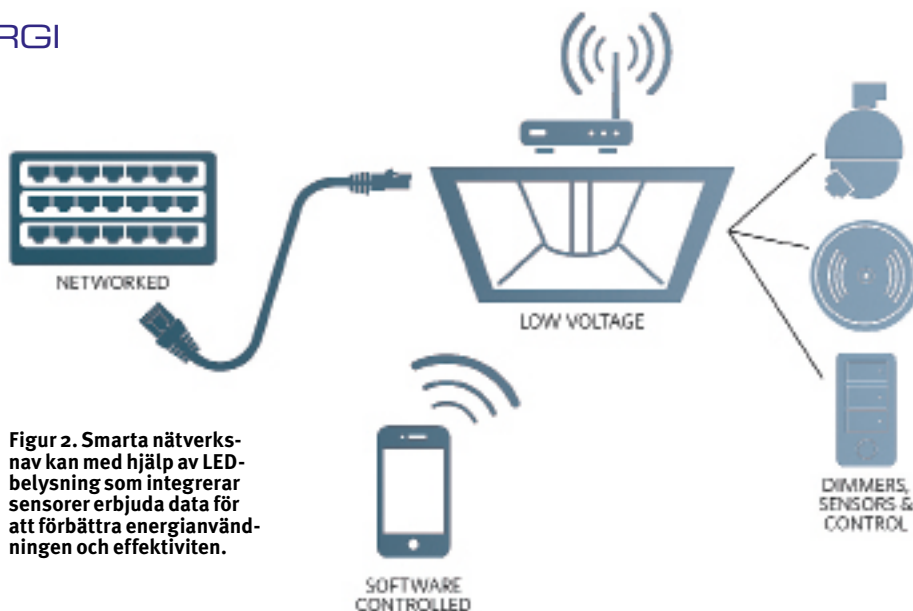
Alla LED-armaturer som drivs med PoE kan kopplas in med en vanlig RJ45-kontakt med egen ip-adress. Adderar man dessutom sensorer till armaturen så går det att få ett smart LED-nav. I en sådan konfiguration kan varje nav samla in information om omgivande ljus, temperatur, luftfuktighet och om någon är i rummet – data som sedan skickas tillbaka till styrenheten. Därmed kan man exempelvis säkerställa att ljuset sätts på när någon går in i ett rum och stängs av när rummet är tomt (se figur 1). En sensor som känner av omgivande ljus kan också aktivera energiskördning vid dagsljus och sedan justera så att belysningen hålls konstant när ljuset från solen försvunnit.

POE PASSAR VÄL för att driva, ansluta och styra smarta LED-nav över LAN. På så sätt blir belysningssystemet en del av IT-nätet – dess räckvidd sträcker sig bortom användarens omedelbara närhet genom nätuppkopplade enheter såsom telefoner, datorer och surfplattor. Via närhetssensorer går det att enkelt hitta det närmaste mötesrummet som är tomt.

En kanske viktigare aspekt är att fastighetsägare och förvaltare kan få en helhetsyn på en byggnads energianvändning. Förvaltaren kan hitta sätt att optimera energianvändningen genom att i realtid mäta, övervaka och styra alla noder i nätet (inklusive värme och ventilation). Utifrån den informationen, och insamlat data om hur lokalerna används, kan förvaltaren sedan anpassa temperatur, belysning och städschema.

YTTERLIGARE EN FÖRDEL med ett PoE-drivet LED-nät är framtidssäkringen. Armaturer och sensornav är utplacerade där de behövs med strömförsörjning och datauppkoppling. Således kan nya sensorer och kommunikationsmoduler, exempelvis accesspunkter för trådlös uppkoppling, adderas lätt och till låg kostnad (figur 2).

Så, vad betyder detta? Det är tydligt att



Figur 2. Smarta nätverksnav kan med hjälp av LED-belysning som integrerar sensorer erbjuda data för att förbättra energianvändningen och effektiviteten.

PoE sänker kostnaden för att bygga ut och installera enheter med ip-adress, om det handlar om sensorer eller LED-lampor. Kostnaden för kablage blir lägre, eftersom data och strömförsörjning delar kabel. Installationskostnaden blir lägre, eftersom det inte krävs en behörig elektriker för att installera nätkabeln. Installationen blir också säkrare, då likspänning är mindre farligt än 220V växelspanning (eller 110V växelspanning). Ett PoE-nät ger även möjlighet till bättre effekthantering, eftersom det tillhandahåller både diskret styrning av energin till uppkopplade enheter och reservkraft under strömavbrott.

ALLA FÖRDELAR MED PoE-anslutna belysningssystem har satt ny fart på debatten om växel- kontra likspänning. Vissa frågar sig: "Hur är det med de ohmska förlusterna som Cat 5 (eller bättre) inför?" Andra undrar: "Är dessa förluster tillräckligt låga för att ge betydande effektivitetsförbättringar om man tar bort växel- till likströmskonverteringen som krävs i dagens AC-drivna system?"

För att analysera detta har vi tittat på tre scenarier för att driva en 10W och 20W LED-lampa. I två användes PoE och i ett vårt vanliga elnät om 230Vac. Den ena PoE-varianten följde den ursprungliga standarden IEEE802.3af (15,4W PSE och 13,0W PD), medan den andra följde efterföljaren IEEE802.3at (30W och 25,5W).

Ett blockschema över en typisk PoE-installation för belysning visas i figur 3. Här

matas en 1000 W AC/DC-omvandlare från amerikanska CUI, kallad PSE-1000 med 90 procents verkningsgrad, direkt från nätet. Strömförsörjningsenheten använder PSE-styrenheten MAX5984 som levererar upp till 40W, medan PD-sidan nyttjar en 70W MAX5982. Kabeln som används är en Cat 6 23AWG med 67 Ω/km eller 0,067 Ω/meter.

EFTERSOM EFFEKTIVITETEN i installationen påverkas av kabelns längd har vi tittat på tre olika längder – 25 meter, 50 meter samt 100 meter (max tillåten längd) – för både 10 och 20W-lampor. I tabell 2 går det att utläsa systemets effektivitet för de olika scenarierna.

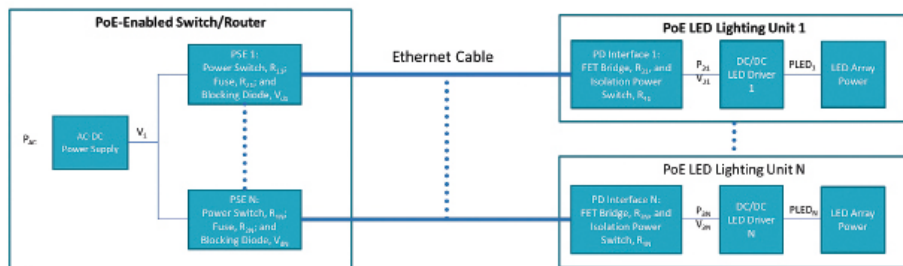
I beräkningarna använde vi 95 procents verkningsgrad för enheten som driver LED:arna. Den verkliga verkningsgraden kan vara ännu högre, vilket går att se i figur 4.

I tabell 2 kan vi se att systemets verkningsgrad varierar från 79,7 procent till 83,9 procent, allt beroende av kabellängd och effekten som driver armaturen. LED-armaturer som drivs med hög effekt, kan få avsevärt minskad verkningsgrad. Det är därför bättre att hålla effekten per port ganska låg. Detta ger också mer noggrann styrning. Med detta sagt, en 20W (1800lm) LED-lampa kan jämföras med en 200W halogenlampa, vilket är mer än acceptabelt för en skrivbordslampa.

I AC-FALLET som vi tittat på omvandlas växelströmmen till likström direkt vid armaturen, så effektförlusterna på grund av kabla-

Power Class	Minimum Power Level at Output of PSE	Maximum Power Level at Input of PD	Standard
Class 0	15.4 W	13.0 W	802.3af/at
Class 1	4 W	3.84 W	802.3af/at
Class 2	7 W	6.49 W	802.3af/at
Class 3	15.4 W	13.0 W	802.3af/at
Class 4	30 W	25.5 W	802.3af/at
Class 5	45W	TBD	802.3bt (preliminary)
Class 6	60W	TBD	802.3bt (preliminary)
Class 7	90W	TBD	802.3bt (preliminary)

Tabell 1. Standarden IEEE 802.3. Kapacitet per effektklass.

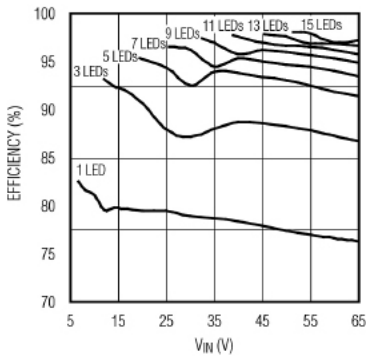


Figur 3. En typiska installation för PoE-belysning visar hur en PoE-aktiverad switch/router kan styra flera belysningsenheter.

get är minimala. Istället uppstår de största förlusterna vid AC/DC-omvandlingen.

MAX16841 är en drivenhet som kan dimma LED-lampor och mata dem direkt från elnätet. Kretsen inkluderar en konstant frekvensstyrteknik som maximerar verkningsgraden både vid höga och låga matningsspänningar (90Vac till 264Vac). Enligt databladet över ett utvärderingskit för MAX16841 är verkningsgraden 82,9 procent då åtta dimbara seriella LED-lampor används, medan verkningsgraden höjs till 84,8 procent utan dimning. Uteffekten är här 10 W.

Om man utgår från en dimbar LED-armatur så är AC-systemets verkningsgrad (82,9



Figur 4. Verkningsgradskurvor för kretsen MAX16832, som driver lysdioder.

AC-DC Power Supply, 1000W		Power Sourcing Equipment, PSE				Ethernet Cable, 23AWG CAT6		Powered Device, PD			LED Driver		LED		Calculation		Result
Input Power	Efficiency	Output Voltage	Switch	Fuse	diode	Cable Length	R	FETbridge (each FET)			Input Power	Eff	Power W	Ethernet cable current	Voltage at LED Driver Input		System Efficiency
								R2	R3	R4					P3	P1ED	
11.92	90%	54	0.5	0.1	0.5	25m	1.68	0.1	0.1	10.53	95%	10	0.199	52.99		83.9%	
24.08	90%	54	0.5	0.1	0.5	25m	1.68	0.1	0.1	21.05	95%	20	0.401	52.46		83.1%	
12.00	90%	54	0.5	0.1	0.5	50m	3.35	0.1	0.1	10.53	95%	10	0.200	52.65		83.4%	
24.40	90%	54	0.5	0.1	0.5	50m	3.35	0.1	0.1	21.05	95%	20	0.407	51.77		82.0%	
12.16	90%	54	0.5	0.1	0.5	100m	6.7	0.1	0.1	10.53	95%	10	0.203	51.96		82.3%	
25.10	90%	54	0.5	0.1	0.5	100m	6.7	0.1	0.1	21.05	95%	20	0.418	50.32		79.7%	

Tabell 2. Systemets effektivitet för de tre beskrivna scenarierna.

procent) bara något bättre än 10 W PoE LED-armaturen som använder en kabellängd på 100 meter (82,3 procent). Om vi istället har en kabel på 25 meter, då har faktiskt AC-fallet en procent sämre verkningsgrad (82,9 jämfört med 83,9 procent). När effekten hos enskilda armaturer ökar, minskar PoE-systemets effektivitet och det blir mindre effektivt än AC-systemet.

YTTERST BEROR SKILLNAD i effektivitet hos ett PoE- och AC-system på ljusbehovet hos en specifik tillämpning. Ett PoE-system kommer alltid att ha bäst energieffektivitet om den enskilda uteffekten hålls låg och längden på Cat 5- eller Cat 6-kabeln är kort.

Samtidigt ska man notera att analysen är baserad på kabelmotståndet i en 23AWG Cat 6. Effektiviteten kan bli ännu bättre om

man använder 22AWG Cat 6, som inte är lika vanlig.

I analysen har vi endast tagit hänsyn till systemeffektivitet, den faktiska kostnaden är inte med i beräkningen. Kostnaden för lampinstallationen beror av lokala regler och föreskrifter. Men för att verkligen kunna jämföra skillnaden i kostnad mellan AC- och PoE-driven belysning måste arbetskostnaderna inkluderas.

Samtidigt får vi inte glömma att LED-armaturer matade med PoE lätt kan paras ihop med sensorer, trådlösa kommunikationsmoduler och inbyggda processorer till smarta nav. Anslutning av smart LED-belysning och sensornav till lokala nät (LAN) ger värdefull framtidssäkring genom att de installerade naven snabbt kan stödja och dra nytta av ny teknik som Internet-of-Things. ■