EL + ENERGI

1 | FEBRUAR 2026

INSTALLATION, BELYSNING, AUTOMATION + INFRASTRUKTUR

IGEN LYS I MØRKET
MED LYSFESTIVAL 2026



Har du styr på lysstyring?

Bliv opdateret på alle de nye BR18 krav.
Få adgang til webinar, ekspertviden og din helt egen lysstyrings-GPT via QR-koden

GN belysning



INSTALL





Købes hos din lokale El-installatør

SG Install er en komplet serie af afbrydermateriel i højeste kvalitet med masser af fordele til både forbruger og el-installatør.

Fordele

- Revolutionerende koblingsklemmer sikrer en lynhurtig og sikker installation.
- Alle fronte og tangenter er udført med anti-bakteriel plastik, som automatisk nedbryder bakterier.
- UV resistente fronte, som sikre at farver ikke falmer eller gulner.
- 10 års garanti.

www.sg-as.dk

GLÆDENS LYS
I DET GLOBALE MØRKE



LEDERSKRIBENT/
ROLF
SYLVESTER-HVID

Ansvarshavende
redaktør,
MScEE

Når man kigger sig omkring i det danske vinterlandskab, så er det virkelig en fornøjelse, at så mange fortsat har holdt belysningen fra Julen 2025 i gang langt forbi nytår. Der er nu noget ved at omgive sig med hyggelige lysdioder med en farvetemperatur på de dér ca. 2700K, som luner helt ind i sjælen - også selv om de noget mere blålige istapper faktisk også er ret hyggelige. Januar og februar er nogle meget sløje måneder på vores breddegrader. Det er mørkt og koldt, og den fornøjelige sne ser vi kun alt for sjældent.
Vi lever i en tid, hvor der også er pokkers meget mørke rundt omkring i verden. Det er selvfølgelig i politisk forstand, men vi må så omvendt sprede både lys - og oplysning - hvor vi kan. Og ser det hele skidt ud, må vi jo glæde os over, at vi hver dag kan vågne op til en situation, som vi muligvis vil være i stand til at forbedre. Politisk er den grønne omstilling sat lidt for meget på "hold", og især inden for Power-to-X ville det være fantastisk, hvis vi igen kunne få PtX frem i vognen i den danske energiforsyning. Alt, hvad der kan gøre vores el- og energiforsyning mere robust, bør vi tage med i betragtning.
Ser vi ud over landets grænser, så er den tyske bilindustri fortsat i et vadested, hvad der naturligvis har indflydelse på dansk eksport af industriprodukter. Men alligevel ser markedet syd for grænsen ud til igen at bevæge sig mod et mere stabilt leje, så vi kan jo håbe på en normalisering. Tilsvarende ville det jo også være fantastisk, om man i europæisk sammenhæng kunne få - bogstaveligt talt - mere fart på udrulningen af højhastighedstogene, som nok udgør den noget nær grønneste transportform - og mest bekvemme - på de europæiske interregionale rejser.
Det kan vi jo spekulere over, når vi frem til den 22. februar flere steder i landet - og ikke kun i København - kan gå ud og se på lyskunst i den festival, som trods navnet "Copenhagen Light Festival" i stigende grad spreder sig ud over bygrænsen. Og landet over er julelysene forhåbentligt fortsat tændt et godt stykke op igennem februar.

> *Vi lever i en tid, hvor der også er pokkers meget mørke rundt omkring i verden. Det er selvfølgelig i politisk forstand, men vi må så omvendt sprede både lys - og oplysning - hvor vi kan. Og ser det hele skidt ud, må vi jo glæde os over, at vi hver dag kan vågne op til en situation, som vi muligvis vil være i stand til at forbedre.*

Udgiver:
TechMedia
Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Ledelse:
David Wall

EL+ENERGI
Læs også bladet online på:
www.elogenergi.net

ELFOKUS
www.elfokus.dk

Forsidefoto: PR-foto af lysinstallationen "VENTILATOR" fra Copenhagen Light Festival 2025

Årgang 49


Redaktion:
Rolf Sylvester-Hvid
(ansvh. redaktør)
E-mail: rsh@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 10


Annoncer:
Tanja Wulff Dühring
E-mail: twd@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 06


René Bodin
E-mail: rb@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 47


Bladsekretær:
Pia Nielsen
E-mail: pn@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 72


Annoncekoordinering:
Nicoline Plass
E-mail: np@techmedia.dk
Telefon 43 24 26 82

Layout:
Helle Hansen

Produktion:
TechMedia A/S

Abonnement:
Bestilling og ændring/
opsigelse skal sendes til:
abonnement@techmedia.dk

Tryk:
PE Offset A/S

Trykt på miljøvenligt papir
med vegetabilske miljøfarver

Udkommer:
8 gange om året

Antal abonnenter:
7.900 stk.

Formål:
Gennem omtale af teknologi, regler og standarder, virksomheder og nye produkter inden for alle grene af el-, energi- og installationsbrancherne at informere elinstallatører, teknikere samt rådgivende og projekterende ingeniører om flest mulige relevante emner i henhold til magasinets temaplan.

Medlemsblad for
Elektroteknisk Forening.

Citater fra og delinger af artikler i EL+ENERGI skal ske med tydelig kilde-angivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse.

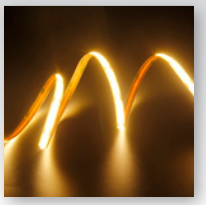
ISSN 2597-3371 (tryk)
ISSN 2597-338X (online)

Scan og hent EL+ENERGI's medieinformation for 2026 hér!
Scan med kameraet på din smartphone.

Miljømærket tryksag
5041 0826

Stikkontakt / 2 x USB





Præcisions skruetrækkere







OCEAN Spot





Dca Installationskabler



Bestil Malmbergs 2025/26 katalog på
salg@malmbergs.dk eller +45 4450 0377



Online katalog

Noon CCT, IP54



Nødbelysning til skoler





CCT og 4 effekt valg



22kW billader





Vinklet CEE







11.000 Lumen





250A byggepladscentral



Malmbergs Elektriske A/S
Tel: +45 44 50 03 77
salg@malmbergs.dk
www.malmbergs.com

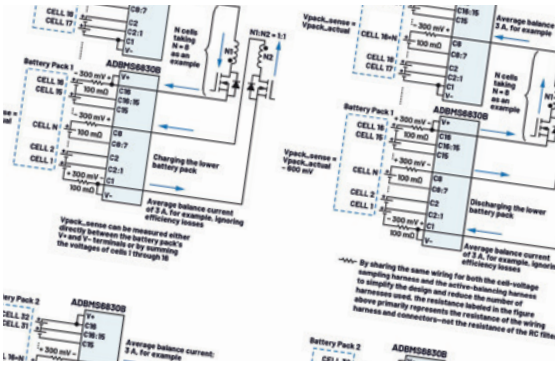
MALMBERGS
BE BRIGHTER



8 **BESS skal fjerne kamelpuklerne**



12 **Hurtig og sikker fejlfinding får solen til at skinne igen**



18 **Aktiv balancering i batteri-styringssystemer - del 3**



26 **Light + Building 2026 for lysdesign og bygningsteknologi**

INDHOLD

8 **BESS skal fjerne kamelpuklerne**
Med etableringen af Elboks er der skabt en model for BESS (Battery Energy Storage Solution), hvor kommercielt bæredygtig uden offentlige tilskud kan blive en realitet. Væsentligst er dog den "peak-shaving" som kan give virksomheder uafhængighed af behovet for at få lagt flere ampère ind med et stigende energiforbrug.

12 **Hurtig og sikker fejlfinding får solen til at skinne igen**
Der opstår langt flere fejl i solcelleanlæg, end man måske lige forestiller sig, og fejlfinding kan være noget af en prøvelse for teknikere, der arbejder i felten. En ny smart jordfejlfinder til solcelleanlæg fra Fluke, GFL-1500 leveres nu gennem HIN A/S.

18 **Aktiv balancering i batteristyringssystemer - del 3**
Med udgangspunkt i principperne bag aktiv balancering af celler og batterier i de to foregående artikler i EI+Energi nummer 7 og 8, 2025 skal vi nu se nærmere på den elektroniske balanceringsarkitektur og -algoritme med belysning af overvejelserne om hardware- og softwaredesign i aktiv balancering.

24 **Copenhagen Light Festival giver både lys og omsætning i vintermørket**
Festivalen løfter vinterturismen i København med nye rekorder i hotelbesøg og millioner i omsætning. Når dagene bliver kortere, og turismen normalt står stille, viser tal, at Copenhagen Light Festival - i år i dagene mellem den 30. januar og den 22. februar - bidrager til aktiviteten i København i det første kvartal.

26 **Light + Building 2026 for lysdesign og bygningsteknologi**
Light + Building vil fra den 8. til den 13. marts 2026 under mottoet "Be Electrified - Electrifying Places. Illuminating Spaces" være verdens førende messe for belysnings- og bygningsteknologi med præsentationer af innovation, trends og visioner, der viser, hvordan teknologi og design arbejder sammen for at skabe bæredygtige, forbundne og levende rum.

28 **Ingen lamper fra loftet, tak: Utraditionel lysløsning**
Transportfirmaet Poul Schou A/S i Odense er kendt for at gå sine egne veje. Det gælder også den familieejede virksomheds nye domicil, hvor kravene til et minimalistisk, råt kontormiljø uden lamper fra loftet satte gang i en teknisk og æstetisk udfordring.

Life Is On | Schneider Electric

LK® One



HÅNDVÆRK
Mød os på
HÅNDVÆRK fagfestival
4. og 5. februar
i København

Elegant om dagen. Praktisk om natten.

LK One-serien er udviklet i samarbejde med danske elektrikere så den gør dit arbejde nemmere, hurtigere og mere effektivt.

Se mere på lk.dk/lk-one

UDVIKLET I SAMARBEJDE MED DANSKE ELEKTRIKERE

Fordi vi er

BEDRE SAMMEN



BESS skal fjerne kamelpuklerne

Med etableringen af Elboks er der skabt en model for BESS (Battery Energy Storage Solution), hvor kommercielt bæredygtig uden offentlige tilskud kan blive en realitet. Væsentligst er dog den "peak-shaving", som kan give virksomheder uafhængighed af behovet for at få lagt flere ampère ind med et stigende energiforbrug

AF/
ROLF
SYLVESTER-HVID

Energiløsninger er en interessant balance mellem fortidens synder og fremtidens visioner. Og bæredygtigheden i mange decentrale energisystemer kan være svær at definere. Mange tænker meget naturligt i at minimere energiomkostningerne, men det er ikke nødvendigvis de løsninger, der ligger lige til højrebenet, som er de kommercielt mest bæredygtige. Og taler vi om batterilagring af større energimængder - og effekter - så er det nogle andre og måske lidt uventede kommercielle kvaliteter, der spiller ind.

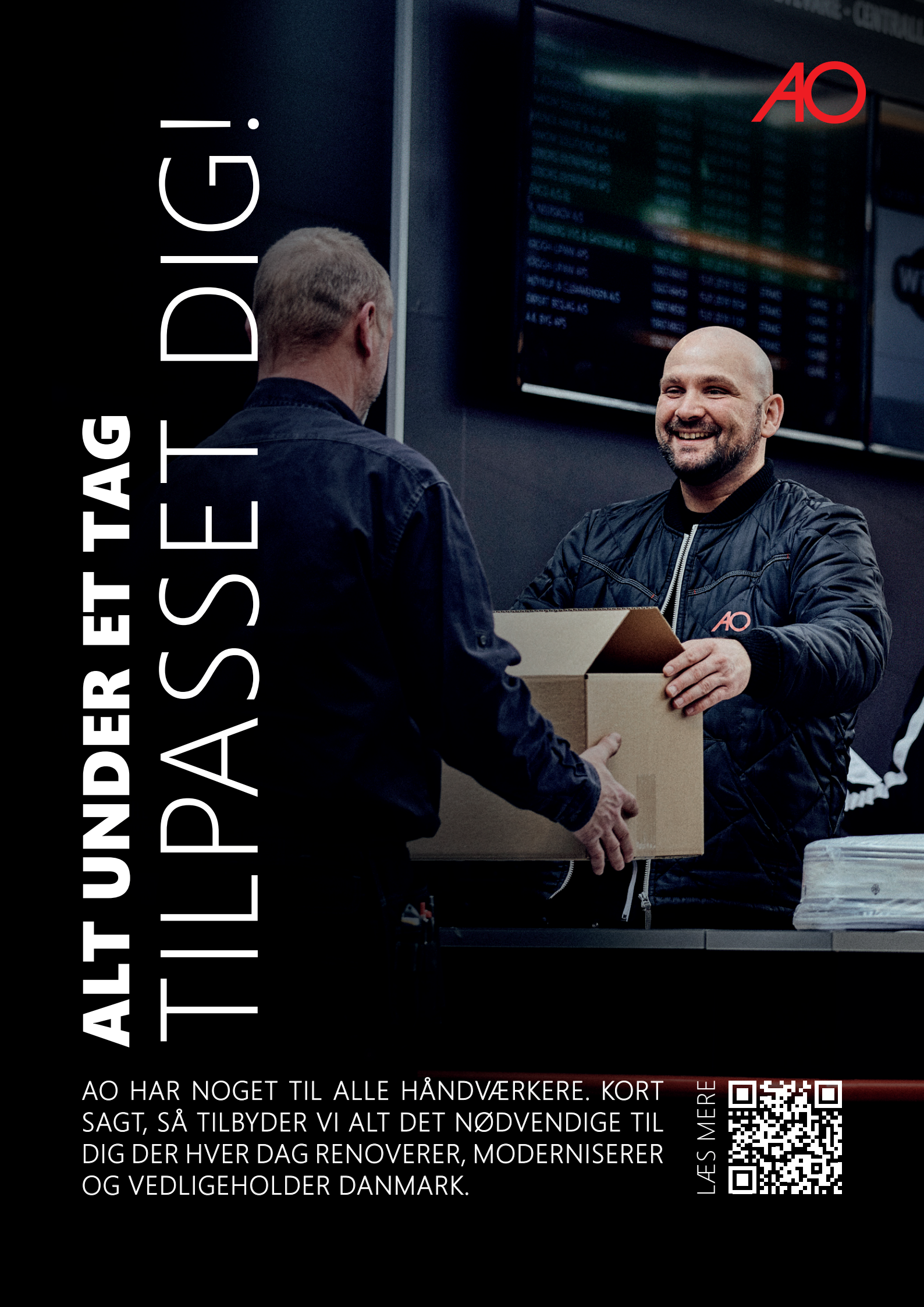
Hvis vi nu lige starter med begyndelsen og i den fossilt forsynede fortid, så var energiregnskabet ret ligetil: Brug, hvad bruges skal, så tænder vi bare for en kraftværksblok til, når det er nødvendigt. Traditionel dansk energiforsyning handlede om at have gigawatt nok i elnettet til at være selvforsynende, så nettet var dimensioneret til en absolut maksimalbelastning, og det gik jo så fint. Kul på, så kører det. Men i vores nutid, hvor decentrale sol- og vindenergiløsninger nok på gode dage kan levere den nødvendige maksimaleffekt, er vi jo afhængige af sol og vind, som ikke altid er synkroniserede til samfundets og industriens behov. De forbrugsmæssige "kamelpukler" i form af to peaks på døgnkurven for vores forbrug kan være svære at levere nok forsyning til, og så bliver en vis form for "backup" til den decentrale energiforsyning nødvendig.

Fremtidens visioner skal kompensere for puklerne i forbruget, og det kan man jo gøre på flere måder. Én løsning er en skaleret energipris i real-time, så der opstår et incitament til at reducere forbruget hos - ja - forbrugerne. Alternativt kan man i fremtidige energitunge produkter som hvidevarer, vandvarmere og lignende indbygge elektronik, der føler på nettet og tidsforskyder de elektri- →



Claus Havboe Rasmussen med et eksempel på én af de BESS-løsninger, som Elboks leverer til elinstallationsmarkedet og forsyningsselskaberne. Meget handler om peak-shaving, så virksomheder med et forbrug, der overstiger den installerede maksimaleffekt i forsyningskablerne, kan trække på en lokal energiforsyning fra batterierne i et vist tidsrum.

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk



ALT UNDER ET TAG
TILPASSET DIG!

AO HAR NOGET TIL ALLE HÅNDVÆRKERE. KORT SAGT, SÅ TILBYDER VI ALT DET NØDVENDIGE TIL DIG DER HVER DAG RENOVERER, MODERNISERER OG VEDLIGEHOLDER DANMARK.

LÆS MERE



Elboks er ikke "gift med" hverken batterikemi eller leverandører, men giver kunderne de løsninger, som kunderne har brug for. Mange løsninger kommer dog som færdige og integrerede løsninger fra kinesiske producenter og inkluderer alle de funktioner, som en BESS-installation har brug for.

ske aktiviteter, til der kan måles spændings- eller frekvensstigninger på elnettet, hvilket indikerer "energi nok". I dagens netforbundne IoT-samfund kunne tænd/sluk også aktiveres med informationer fra forsyningsselskaberne. Det giver for eksempel mening at opvarme vand ud over den normale maksimalgrænse i perioder med nok og billig energi, så vandvarmere fungerer som energibuffere. De elektroniske forbrugsudjævnende modeller er tæt på, men det er endnu fremtidsmusik.

- Vi har på det seneste oplevet en meget stor interesse for BESS-løsninger (Battery Energy Storage Solutions), hvor vi med batterier akkumulerer energi, når der er energi nok til rådighed på forsyningsnettet, og så kan man trække energi ud af batterierne, når der er behov for at tilføre energi tilbage på nettet. I tider, hvor spotpriser på energi varierer en del, og hvor der bliver opsat solcellepaneler som aldrig før, kan batterierne på kort sigt være en kommercielt ansvarlig løsning. Et ikke ubetydeligt problem er dog, at der for nuværende bliver opsat flere solcelle-/batterikombinationer, men det er løsninger, der kan have svært ved at tjene sig selv hjem igen, vurderer Claus Havboe Rasmussen, der i marts gik definitivt i luften med firmaet Elboks, som leverer nøglefærdige BESS-anlæg til alle slags kunder, men primært installatører/forsyningsselskaber og industrien.

Peak-shaving giver bedst mening

Claus Havboe Rasmussen lægger ikke skjul på, at Elboks' indgang på BESS-markedet er balanceringen, og for tiden er fokus rettet mod de potentielle besparelser, der ligger i udjævning af forbruget i forhold til spotpriser - også selv om balancemarkedet faktisk kører på et maksimalt niveau nu. Balancemarkedet drives af og skaber værdi for batteriejerne, når uforudsete hændelser påvirker strømkvaliteten og skal udlignes med reserveeffekt. Balancemarkedet er derfor som udgangspunkt uafhængig af spotprisen.

Det kan for eksempel være, når en solcellepark dækkes af en sky i nogle sekunder, når uforudsete kastevinde opstår i en vindrig periode, eller ved hurtige udsving i forbruget, når den danske elbilpark automatisk starter ladning af alle tilsluttede elbiler kl. 00.00 i hverdage, med et stort øjeblikkeligt skift i forbrug - så er det faktisk også en balancering, der skal opveje disse forhold. Alt det nævnte kan løses af balancemarkedet, der indeholder en større andel batterier, som indkobles på under et sekund, og dermed sikrer frekvensen øjeblikkeligt. Men i en ikke så fjern fremtid vil peak-shaving få en afgørende betydning, vurderer Claus Havboe Rasmussen:

- Den grønne omstilling går langt hurtigere, end infrastrukturen kan følge med til. Det er et meget stort problem og ikke mindst i de tilfælde, hvor virksomheder eller ladeinfrastrukturen har brug for at skrue op for den effekt, der er brug for. Der er et meget stort efterslæb i udrulningen af forsyningsnettet, så man kan ikke som eksempelvis en virksomhed regne med, at man kan få leveret alle de ampère, man har brug for. Forsyningsnettet sætter kort fortalt en begrænsning, og der kan være mere end tre års leveringstid på nye kabelfremføringer med nok effekt til de enkelte brugere. Det er jo sjældent hele tiden, at der er brug for maksimaleffekten hos aftageren, men når der er, så er en BESS-løsning en meget effektiv måde at kunne opnå adgang til den fornødne energi på, forklarer Claus Havboe Rasmussen.

Kort forklaret, så kan eksempelvis en produktionsvirksomhed få installeret en egen - eller ejet af forsyningsselskabet - BESS-løsning, som akkumulerer energi, når behovet ikke er så stort hos den aktuelle forbruger. Hvis der så pludselig opstår et behov for at trække mere energi, end forsyningsnettet kan levere, så kan man trække den oplagrede energi fra batteriet, der af praktiske årsager vil være placeret meget tæt på forbrugeren. Det er peak-shaving i sin fineste form, at

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

Fremtidens visioner skal kompensere for puklerne i forbruget, og det kan man jo gøre på flere måder. Én løsning er en skaleret energipris i real-time, så der opstår et incitament til at reducere forbruget hos - ja - forbrugerne.

forsyningsselskab og slutbruger er i stand til at "barbere" toppene af forbrugspuklerne af, så energien er til rådighed lokalt i et vist tidsrum, selv om infrastrukturen ikke er gearet til at levere maksimaleffekten og den kortvarige høje energimængde fra den overordnede elektriske infrastruktur.

Ikke gift med én producent

Claus Havboe Rasmussen peger desuden på, at vi generelt har et problem med at få råstoffer nok til at holde farten oppe i udbygningen af det decentrale net af bæredygtige energiløsninger. Både solcelleparker og vindturbiner kræver råstoffer, som ikke "bare" er tilgængelige i frit tilgængelige mål. Derfor giver det god mening at tænke i BESS-løsninger, der giver en ganske stor ydelse med et ret lille forbrug af metaller, som et supplement, der giver højere effektivitet i eldistributionen.

- Vi er på ingen måde "gift med" hverken batterikemi eller leverandører, men har generelt en meget pragmatisk tilgang til de BESS-løsninger, som slutbruger eller forsyningsselskab har brug for. Men vi bruger gerne kinesiske leverandører af totalløsninger, som omfatter batterier, invertere, de meget vigtige brandalarmerings- og klimaovervågninger/-styringer i skabene, koblingsanlæg og selvfølgelig den fysiske kapsling i form af skabene selv. De løsninger, vi leverer til installatørerne og forsyningsselskaberne, går typisk op til 5MWh, og det giver øjeblikkeligt adgang til den energi, som en elkunde med et varierende forbrug behøver. Nogle BESS-kunder vil måske bare have noget billigt, de kan tjene gode penge på, mens andre kigger efter produkter til langvarigt godt partnerskab med lav risiko for driftsstop. Hos Elboks leverer vi BESS-løsninger fra nøje udvalgte kvalitetsproducenter, der også sikrer reservedele, service og support mange år fremover, konkluderer Claus Havboe Rasmussen.

Elboks, der gik i luften i marts 2025, tænker primært i retning af en kommerciel bæredygtighed uden offentlige tilskud, men en stor del af de fremtidige udsigter er som nævnt fortsat at kunne levere den nødvendige energi til elkunder, når de har brug for det - og uden at være i lommen på nogen bestemt branche. Det handler i sidste ende helt lavpraktisk om en god og sikker forsyning af energi i en verden, hvor afstanden mellem grøn omstilling og infrastruktur ikke umiddelbart ser ud til at blive reduceret.

NYHED

Transformerstationer med fokus på sikkerhed, kvalitet og kort leveringstid.



PRODUKTSORTIMENT:

Transformerhuse - Teknikskabe for eltavler - Teknikskabe med 185mm lavspændingstavle – Kabelskabe - Målerskabe

CABINET SYSTEM

Designet og produceret i Danmark – ring 7027 3626

Hurtig og sikker fejlfinding får solen til at skinne igen i fotovoltaiske anlæg

Der opstår langt flere fejl i solcelleanlæg, end man måske lige forestiller sig, og fejlfinding kan være noget af en prøvelse for teknikere, der arbejder i felten. En ny smart jordfejlfinder til solcelleanlæg fra Fluke, GFL-1500 leveres nu gennem HIN A/S



Flukes GFL-1500 til berøringsfri søgning efter aktive jordfejl i solcelleanlæg består af tre dele, den KAT III 1500VDC-/KAT IV 600V-normerede GFL-1500-sender, GFL-1500-modtageren og GFL-1500-signalsporingstangen. Det letter nem og sikker sporing af jordfejl i felten uden behov for adskillelse af de enkelte strenge i installationen.

AF/
CLAUS HØLTZERMANN
Produktspecialist for Fluke
HIN A/S

Både elselskaber og installatører opsætter solcellepaneler som aldrig før i Danmark - modsat hvad man måske lige skulle tro, så er solen på vores breddegrader faktisk en god kilde til elektrisk energi. Umiddelbart ligner solcelle-fotovoltaiske anlæg en god idé, for de står jo bare dér og passer sig selv - og leverer elektrisk energi i rigelige mål, så længe solen skinner - tror man da ...

Ét er nemlig, at der måske er lys nok på vores del af kloden til at holde det elektriske energiniveau oppe - selv på gråvejrsdage, men vi har dog nogle klimatiske forhold, som man ikke slås med på samme måde i Sydeuropa. Det høje fugtindhold i den atmosfæriske luft påvirker selvfølgelig solcelleanlæggene og udsætter metaldelen for korrosion. Det er heller ikke alle installatører, der er lige flinke med valget af konnektorer, så det er udsatte komponenter i et solcelleanlæg, når salttågen kommer drivende ind. De billige MC4-stik holder i mange tilfælde ikke længere end to til tre år. Rapporter fra solcellemarkedet har også været, at der på steder, hvor man har anvendt underlødige konnektorer - ofte af prisbillig, fjernøstlig herkomst - har oplevet lysbuedannelser, som øger overgangsmodstanden og genererer støj - eller i værste tilfælde afbrydelser.

Der har været en tendens til, at man på arealer, hvor der er opsat solceller, har sat får og/eller geder ud. Det er nøjsomme dyr, som

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

sagtens kan græsse på pladsen mellem og under solcellepanelerne, men det er ikke kræsne dyr, så ret ofte bider og gnaver får og geder i kablerne mellem solcellepanelerne. I dét tilfælde er problemet ofte, at ledningerne ikke er bundet korrekt og højt nok op, men det ændrer ikke på, at forsyningskvaliteten falder, og støjen ofte stiger.

Aktive jordfejl er svære at detektere

Mens kortslutninger og afbrydelser som regel er lette at opdage og udbedre, så er der nogle helt anderledes forhold, der spiller ind i dét, man kalder aktive jordfejl. Flukes nyeste GFL-1500 er i den sammenhæng et fortræffeligt måleværktøj, som identificerer og finder aktive jordfejl overalt i jævnstrømssystemet på solcelleanlæg gennem et sporbart signal, der er nemt at følge for teknikeren i felten.
GFL-1500 reducerer den tid, det tager at lokalisere aktive jordfejl, og den berøringsfri signalsporing mindsker eksponeringen for potentielle elektriske farer. Fluke GFL-1500-solcellejordfejlfinderen fungerer ved at frembringe et sporbart signal i systemet, så man hurtigt, intuitivt og berøringsfrit kan spore fejllokationen. Den innovative metode fjerner frustrationerne ved tidskrævende fejlfinding med "rå målekraft".
Ud over at forbedre sikkerheden og reducere nedetid omdefinerer Flukes innovative løsning den måde, hvormed teknikere lokaliserer aktive jordfejl i solcellesystemer. Ved at erstatte kompleks, manuel fejlfinding med et sporingssignal, der er nemt at følge, strømliner GFL-1500 fejlisolering og hjælper teams i felten med at genoprette systemdriften hurtigt og effektivt.
GFL-1500-jordfejlfinderen er et tredelt fejlfindingssystem, der er designet til at optimere teknikerens arbejdsgange, hvilket muliggør hurtigere og mere sikker fejlretning. GFL-1500-systemet består af den KAT III 1500VDC-/KAT IV 600V-normerede GFL-1500-sender, GFL-1500-modtageren og GFL-1500-signalsporingstangen. Der er også en garanti for brugernes sikkerhed.

End-to-end fejlsøgning

GFL-1500 benytter Fluke FaultTrack-teknologi til at registrere aktive fejl ved at generere et sporbart signal gennem fejlstien, hvilket gør det muligt for teknikere at følge dette signal fra senderen gennem fejlstien til det præcise fejlpunkt. Præcis lokalisering af en aktiv fejl har tidligere været en udfordring, men med FaultTrack-teknologien er det arbejde gjort nemmere end nogensinde før.
I de store solcellesystemer bliver udfordringen med at finde aktive fejl ofte forværret af vanskeligheder med at identificere strenglayout med ufuldstændig eller forældet dokumentation. Med en generel forståelse af arbejdsstedets konfiguration gør GFL-1500 det muligt for teknikere at identificere den fejlbehæftede gren og finde fejllokationen i en streng med blot nogle få forbindelser og berøringsfri sporing - uden at skulle være afhængig af detaljerede kort over arbejdsstedet eller tidskrævende testprocedurer. Ved at kombinere flere fejlfindingsfunktioner i ét enkelt, brugervenligt system giver GFL-1500 en hidtil uovertruffen evne til at lokalisere fejl med berøringsfri signalsporing.
Fra et centralt teststed kan teknikerne begynde at spore fejlstien uden gentagne frakoblinger af ledere og manuel test af hver enkelt streng. Denne strømlinede tilgang sparer værdifuld tid og øger sikkerheden ved fejlfinding, så problemer kan løses hurtigt og sikkert.



DEHNsense EFD - Electrical Field Detector

Den elektriske feltsensor DEHNsense EFD advarer om faren for elektrisk stød i god tid før teknikeren går ind i farezonen. Det tjener som en ekstra foranstaltning til de 5 sikkerhedsregler, og er en væsentlig forbedring af medarbejderens sikkerhed!

Klare fordele for sikkert arbejde

- Enheden giver visuelle, akustiske og vibrerende advarsler, når der registreres farlige elektriske felter.
- App-integration: Med DEHNwork-appen kan du nemt justere følsomheden, så den passer til de konkrete forhold på arbejdsstedet. Systemprofiler kan oprettes, tilpasses og aktiveres direkte fra din smartphone eller tablet (iOS/Android)
- Alle vigtige begivenheder registreret af DEHNsense EFD logges i DEHNwork-appen.

Hent flyer her!

DESITEK A/S - tlf. 6389 3210 - www.desitek.dk

GFL-1500-systemet omfatter både en signalsporingsmodtager og en tang, der hver især passer til forskellige trin i fejlfindingsprocessen. Tangen er især nyttig til identifikation af den fejlbehæftede streng, uden at man skal foretage frakoblinger, selv i støjende omgivelser, hvor signalstyrken kan være reduceret. Når den berørte solcellestreng er identificeret, kan signalsporingsmodtageren eller tangen bruges til præcist at følge fejlstien og lokalisere problemet i strengen.

Flukes GFL-1500 er designet til virkelige forhold og er derfor intuitiv at betjene, hurtig at implementere og bygget til barske miljøer, og måleløsningen leverer en komplet fejlfindingsløsning, der gør det muligt for teknikere at bevæge sig effektivt fra problem til udbedring af en fejl.

Analysefunktionen i GFL-1500 identificerer hurtigt tilstedeværelsen af en aktiv fejl og giver vigtige fejlfindingsoplysninger som den anslåede lokation af fejlen baseret på antallet af moduler i strengen, det anslåede modstandsområde og spænding til jord, hvilket gør det muligt for teknikere at vurdere systemstatus, før de begynder sporingen. Fejlsporingsfunktionen guider teknikerne langs fejlstien ved hjælp af audiovisuelt signalfeedback i realtid, hvilket giver mulighed for en nøjagtig og effektiv lokalisering af fejlen i systemet.



I alt for mange solcelleinstallationer er kablerne ikke bundet højt nok op. Det skal de være for at undgå bideskader fra får, geder og gnavere, som ellers kan give drilske fejl. Flukes GFL-1500 letter test, også på svært tilgængelige steder.

Hovedstadens hidtil største varmepumpe

Hvis alt går vel, vil hovedstadens hidtil største varmepumpe om et par år kunne levere fjernvarme, der svarer til varmeforbruget i cirka 13.500 københavnske husstande. HOFOR har nemlig for nylig taget første spadestik til et stort varmepumpeprojekt.

Planen er at udnytte varmeenergien i renset spildevand. Det løber i store mængder fra ét af hovedstadens store renseanlæg og tæt forbi Kløvermarken Pumpestation, som er ejet af HOFOR, på vej ud mod Øresund, hvor det rensede spildevand i dag er "halvlunt", når det når havet.

- Vi har en smuk, gammel industribygning fra 1901 på grunden i form af den tidligere pumpestationsbygning, der har stået tom, siden vi opførte en ny og moderne ved siden af. Samtidig kan vi koble varmepumpen på et eksisterende fjernvarmerør, der løber langs vores grund i Vermlandsgade - hvor der desuden ligger en transformerstation, som kan levere strøm til varmepumpen. Derfor er det helt oplagt at bruge placeringen tæt på både en varmekilde i form af renset spildevand, strøm og fjernvarmenettet til at give den bevaringsværdige bygning et nyt liv - med en rolle i fremtidens varmeforsyning, forklarer John Halkjær Christensen, der er områdechef i HOFOR Fjernvarme.



Det er spildevandsselskabet BIOFOS, der leverer energiressourcen i form af renset spildevand fra Renseanlæg Damhusåen.

- I Biofos har vi stort fokus på, at spildevandets mange ressourcer bliver udnyttet på en måde, som kan være til gavn og glæde for alle. Vi er glade for, at ressourcerne i spildevandet bliver udnyttet til gavn for den grønne omstilling, siger Cicilie Senderovitz, der er teknisk direktør i Biofos.

Varmepumpen skal bruge strøm fra for eksempel vindmøller og solceller til at "forstærke" varmeenergien fra det rensede spildevand. Derfor er varmepumpen et skridt på vejen mod den mere strømbaserede varmeforsyning, som HOFOR arbejder hen mod.

Frem mod 2035 er målet at opføre varmepumper med en samlet effekt på 300MW, store elkedler med en samlet effekt på 550MW og varmelagre, der fungerer som termokander i overstørrelse. Kombinationen af varmepumper, elkedler og varmelagre kan sikre optimal udnyttelse af grøn strøm til varmeproduktionen.

De indledende arbejder er i gang på HOFOR's egen grund. Her bliver der anlagt nye fjernvarme- og spildevandsrør samt elkabler. Den gamle pumpestationsbygning skal også bygges om indvendigt, og så bliver selve varmepumpen samt det udstyr, den kræver, selvfølgelig også installeret inde i bygningen.

Efter nytår vil naboer og trafikanter i højere grad kunne mærke arbejdet. Her begynder HOFOR at skabe forbindelse til spildevandsrørene, der ligger under en trafikeret vej.

HOFOR forventer, at den nye varmepumpe kan være tilsluttet nettet og i drift i januar 2028.

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

Brødrene Dahl

CO2 TJEK
- OGSÅ FOR TRANSPORT!



DEN BLÅ KASSE ER GRØN



Hos BD tager vi ansvar for klimaet!
Det gør vi bl.a. med initiativer som vores blå, genanvendelige plastkasser, der reducerer pap-affald, og CO2 TJEK, der giver dig overblik over aftrykket for næsten 80.000 produkter, projekter og transport – altså leveringen fra BD til dig.

Se mere på BD.dk

Life Is On | Schneider Electric

Få en flot projektløsning med LK® One

LK One-serien er udviklet i samarbejde med danske elektrikere, så den gør dit arbejde nemmere, hurtigere og mere effektivt.

HÅNDVÆRK
Mød os på
HÅNDVÆRK fagfestival
4. og 5. februar
i København

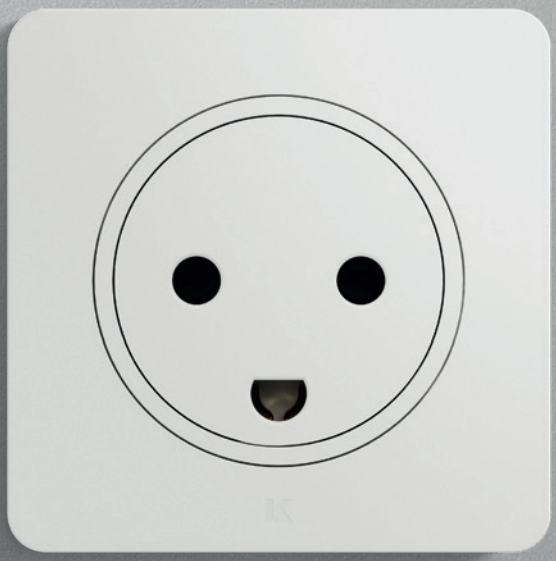


LK One med sidejord til køkken og teknikrum

BEDRE SAMMEN

UDVIKLET I SAMARBEJDE MED DANSKE ELEKTRIKERE

- Skarp projektpris
- 20 års garanti på afbrydere og stikkontakter
- Monteres i FUGA® tekniske monteringsrammer og installationsdåser
- Prisvindende innovation & design



LK One med LK flexFront™ alle andre steder

Scan QR-koden, og se meget mere

Del 3:

Aktiv balancering i batteristyringssystemer

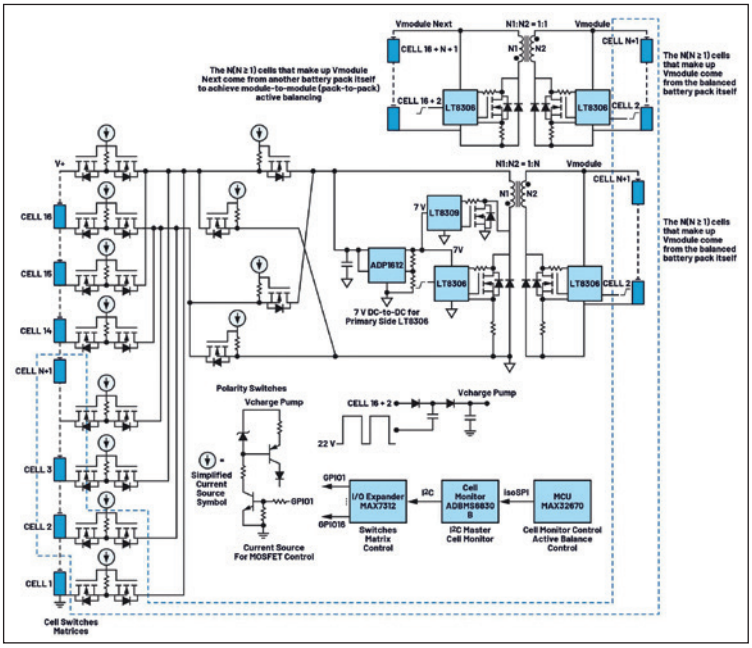
Med udgangspunkt i principperne bag aktiv balancering af celler og batterier i de to foregående artikler i El+Energi nummer 7 og 8, 2025 skal vi i nedenstående se nærmere på den elektroniske balanceringsarkitektur og -algoritme. Det vil belyse de overvejelser om hardware- og softwaredesign i aktiv balancering på systemniveau for let implementering og evaluering af aktiv balancering

AF/
FRANK ZHANG,
HENRY CHEN,
MENG WANG
OG NANDIN XU
Analog Devices Inc.

Designet i denne artikel er baseret på et switchmatrix-hovedprint, to flyback-forsyningsprint, et Battery Management System (BMS) styringsprint, et mikrocontroller (MCU) evalueringsprint samt et isoSPI-print til evaluering af den isolerede kommunikation. Funktionen i hvert board bliver kort beskrevet i det følgende.

Switch-matrix kredsløbsprint

I et aktivt balanceringsdesign skal ladningen overføres såvel mellem individuelle celler og batteripakker. En effektiv og strømlinet løsning bruger en multicellebatteripakke med to separate flyback-kredsløb og to transformere - én til celle-til-celle balancering og en anden til pakke-til-pakke balancering. En switch-matrix kan selektivt forbinde de forskellige celler til det aktive balanceringskredsløb på en tids-multiplexet måde.



Figur 1: Diagram over den aktive balancingskredsløbsarkitektur.

Vcell (V)	Duty Cycle (Cell Discharge)	Duty Cycle (Cell Charge)
4.2	0.5022	0.5172
4.1	0.5023	0.5176
4.0	0.5023	0.5181
3.9	0.5024	0.5185
3.8	0.5025	0.5190
3.7	0.5025	0.5195
3.6	0.5026	0.5200
3.5	0.5027	0.5205
3.4	0.5027	0.5211
3.3	0.5028	0.5217
3.2	0.5029	0.5224
3.1	0.5030	0.5231
3.0	0.5031	0.5238

Duty cycle (cell discharge (celleafladning))
= (Vcell × N + VF) × NPS/(Vcell + (Vcell × N + VF) × NPS)
Duty cycle (cell charge (celleopladning))
= (Vcell + VF) × NSP/(Vcell × N + (Vcell + VF) × NSP)
NPS = 1:N; NSP = N:1; VF = 0.3 V

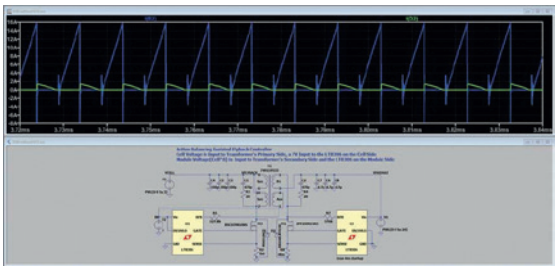
Tabel: Duty-cycle variationer under cellebalancering (hvis Modul-spændingen er sammensat af N celler, og N=8).

Switch-matrixen i den aktive balanceringsarkitektur anvender en 16-kanals cellevælgende matrix, der giver præcis adgang til de celler, som er mål for balanceringen. Desuden giver inkluderede switche med valg mellem fire polariteter mulighed for at justere spændingspolariteten, når de valgte celler er forbundet til flyback-kredsløbet *(figur 1)*.
I denne arkitektur bruges et enkelt flyback-forsyningstrin til at give celle-til-celle balancering gennem tidsdeling over multiple celler i batteripakken. Enhver af de 16 celler i den balancerede pakke kan vælges til balancering.
Flyback-trinnet er styret af en LT8306-kreds, en højt integreret og effektiv controller, som kun kræver et lille antal eksterne komponenter - oplagt til energioverførsel i aktive balanceringssystemer. Ved at trække modulspændingen direkte fra den balancerede batteripakke vil udsving i duty-cycle i drift forblive minimal, selv om de individuelle cellespændinger fluktuerer. Det giver en næsten konstant op- og afladningsstrøm med en mere stabil hardware-ydelse og en stærkt forenklet udvikling og debugging af den aktive balanceringsalgoritme *(tabellen)*.
Selv om modulspændingen, Vmodule, fra N celler i pakken teoretisk ikke udfører en perfekt ens N × Vcell for enhver given enkeltcelle, så vil et velkonfigureret og velkørende aktivt balanceringssystem opretholde Vmodule ≈ N × Vcell med en høj konsistens.

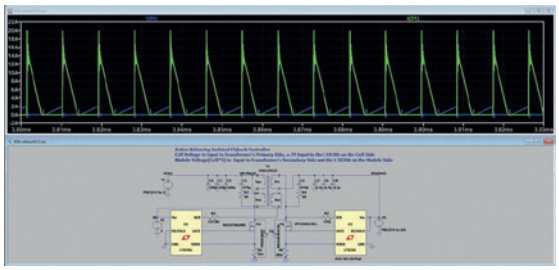
Flyback-kredsløbsdiagram og simulering

LT8306 i kombination med en Würth-transformer (partnummer 749119533) og de nødvendige passive komponenter og et isoleret flyback-forsyningstrin er en del af den aktive balanceringsarkitek-

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk



Figur 2: LTspice-simulering af enkeltcelle-afladning baseret på artiklens beskrevne arkitektur.



Figur 3: LTspice-simulering af enkeltcelle-opladning baseret på artiklens arkitektur.

tur for energioverførsel mellem cellerne.
Figurerne 2 og *3* viser schematics (diagram) for LTspice med den aktuelle kredsløbssimulering for flyback-kredsløbet i den valgte arkitektur. Simuleringerne viser tydeligt, at kredsløbet giver den ønskede tovejs op- og afladning til balancering mellem de individuelle celler.

Boost-konverter og synkron ensretning

I denne arkitektur:
... er LT8306 på cellesiden forsynet af en reguleret 7V-forsyning. Da den maksimale spænding over en Li-Ion-celle er 4,2V, og det anbefalede spændingsområde for arkitekturen 3,0V til 4,2V, så bliver de 7V på spændings-railen genereret ved at booste cellespændingen med en ADP1612 boost-konverter. Det er en højeffektiv og prisbillig konverter velegnet til at stepe en lav cellespænding op i et balanceringskredsløb for at sikre, at LT8306 arbejder inden for sit optimale driftsområde.
... matcher output på flyback-kredsløbet under balancering spændingen i en enkelt celle. Ved så lave spændinger og relativt høje ladestrømme ville en friløbsdiode medføre betydelige tab og unødig opvarmning, og problemet vil kun øges, når cellespændingen falder. Hvis man i stedet parrer LT8306 med en synkron, sekundær controller som LT8309, opnår man en højeffektiv konvertering med minimalt termisk stress, især under forhold med lav spænding og høj strøm.

Feedback-designovervejelser

En kritisk faktor ved brug af LT8306 til aktiv balancering er designet af feedback-netværket. Den totale modstand i stien af cellen til flyback-kredsløbets input - også kaldet RROUTE - må ikke overses. Modstanden består af den interne modstand i cellen, i busbarren, ledningsnettet, konnektorerne, sikringen, lederbanerne på printet og den kombinerede on-modstand, RDS(ON), for seks MOSFETs i serie. Afhængigt af komponent- og materialevalg kan RROUTE variere fra nogle få til hundredvis af milliohm. Den præcise værdi kræver som regel on-site målinger. Ganget med den gennemsnitlige ladestrøm (ICHARGE) på adskillige ampere vil spændingsfaldet over RROUTE være mellem nogle få til hundredvis af millivolt. Ved opladning af en celle arbejder sekundærsiden af LT8306 med en ret høj switch-frekvens (Fsw). I det tilfælde bliver tidskonstanten, τ = RROUTE × CINPUT, sammensat af den høje routing-modstand, RROUTE, og den store input-kondensator (CINPUT) i flyback-trinnet på celle-input, ret betydelig. Hvis τ overstiger flyback switch-perioden (Tsw = 1/Fsw) - og især hvis τ overstiger den sekundære LT8306 off-tid (Toff), så vil spændingsfaldet over RROUTE ikke være faldet til 0V, når LT8306's sample-and-hold fejlforstærker sampler på den sekundære spænding.
Hvis τ er stor, så vil effekten af dette spændingsfald tages i betragtning i beregningen af LT8306 feedback-modstandsnetværket.
Selv om dette fald er ret lille sammenlignet med den overordnede modulspænding, så er faldet fortsat stort i forhold til spændingen på de individuelle celler.
Når man designer et batteriladekredsløb med LT8306, skal det nævnte spændingsfald i feedback-modstandsnetværket medregnes. Sammenlignet med formlen i databladet, så følger den bedre beregning af feedback-modstande:

$$R_{FB} = \frac{N_{PS} \times (V_{OUT} + V_F + V_{ROUTE})}{100\mu A} \quad (1)$$

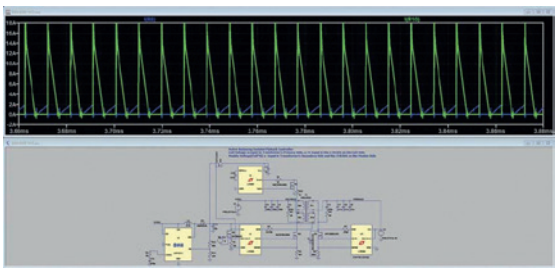
i stedet for det oprindelige:

$$R_{FB} = \frac{N_{PS} \times (V_{OUT} + V_F)}{100\mu A} \quad (2)$$

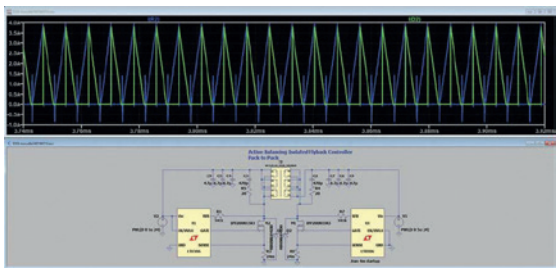
Hvor RFB er feedback-modstandens værdi, VOUT spænding på output, VF forward-spænding på output-dioden, NPS = viklingsforholdet på transformeren, og VROUTE spændingsfaldet over RROUTE-modstandsstien. Justeringen sikrer præcis spændingsregulering og en stabil drift især ved høje ladestrømme af cellerne.

Design af balancering batteripakke-til-batteripakke

Når man bruger en spændingsbaseret pakke-til-pakke balancering, er det vigtigt at sikre sig, at balanceringsstrømmen i stien mellem batterimodulerne ikke går via pakkens hovedterminaler, V+ og V-. Det skal forhindre interferens ved målinger af den overordnede →

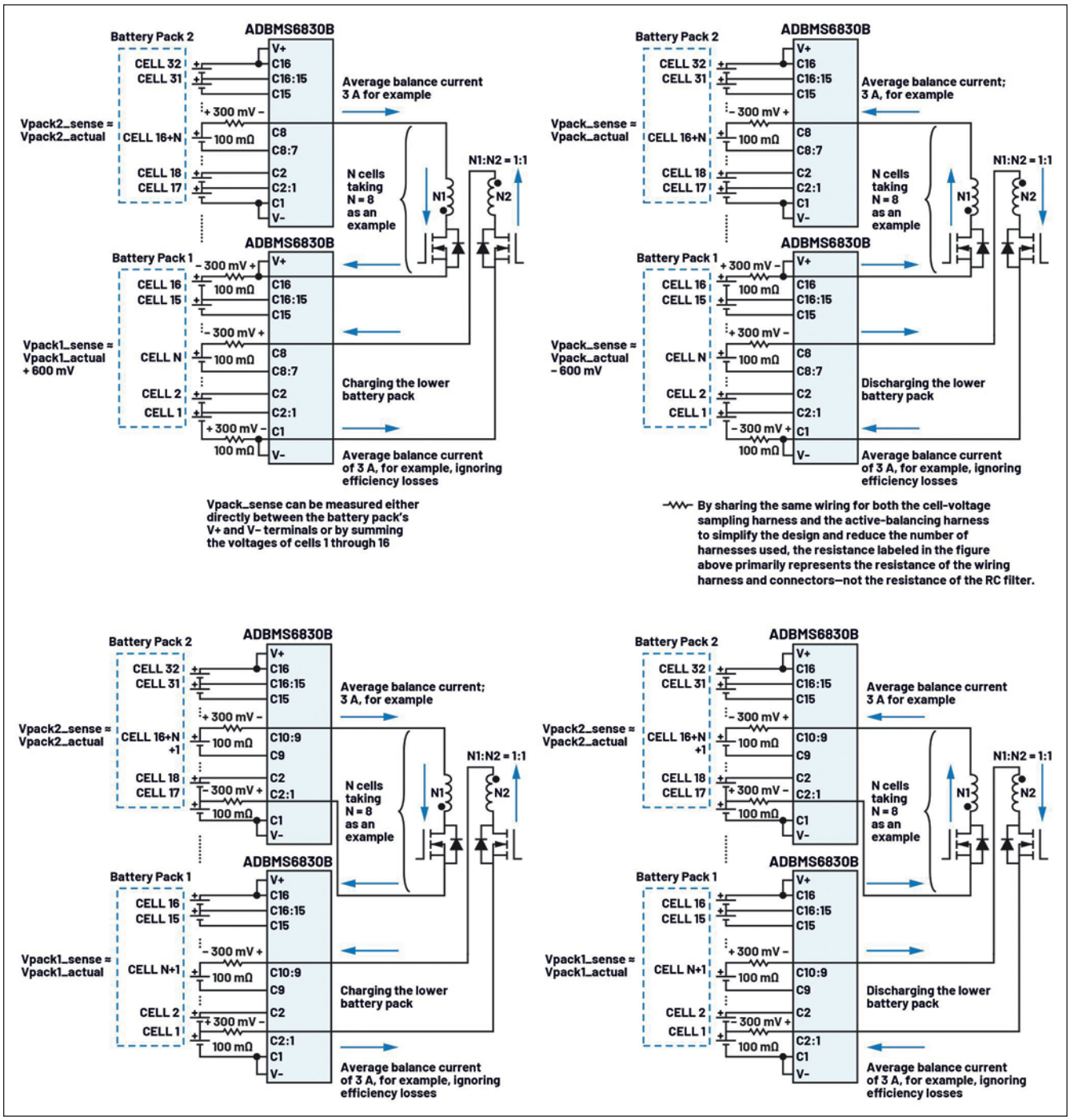


Figur 4: Den komplette LTspice-simulering i flyback-forsyningskredsløbet med brug af en ADP1612 boost-konverter og LT8309 til synkron ensretning til aktiv balancering.



Figur 5: LTspice-simulering af pakke-til-pakke balancering baseret på den beskrevne arkitektur.

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk



Figur 6: Betydning af forskellige pakke-til-pakke balanceringsforbindelsesmetoder ved måling af pakkespændinger.

spænding på pakken - uanset om man måler direkte over V+ og V eller summerer spændingerne af de individuelle celler fra 1 til 16. Betydningen af de forskellige forbindelsesmetoder på præcisionen ved måling af pakkespændinger kan ses i *figur 6*, og den anbefalede forbindelseskonfiguration for pakke-til-pakke balancering er vist i *figur 7 (på side 22)*.

BMS-styringsprint

Aktiv cellebalancering afhænger grundlæggende af BMS'en og mere specifikt af de funktioner, som BMS'ens cellemoniteringsenhed leverer. I en aktiv balanceringsarkitektur spiller cellemonitoren flere vigtige roller inklusive:

- Real-time monitering af hver celles status med måling af spænding, temperatur og beskyttelsesgrænser for overspændings- og underspændingstilstande.
- Detektering og diagnose af afbrudte ledninger for samlet systemsikkerhed og -pålidelighed.
- Styring af balance-switchen med funktion som I²C-master til fortolkning af balanceringskommandoer modtaget fra MCU'en via isoSPI-forbindelsen - og med fremsendelse til I/O-ekspansionschippen, der styrer read/write-operationer efter behov.
- Håndtering af balancestatus med read og write af driftsdata fra og til en EEPROM via I²C.
- Daisy chain-kommunikation, som letter datatransmission i en daisy chain-konfiguration, så man kan minimere det nødvendige antal af MCU'er.

Selv om disse krav kun repræsenterer et subsæt af cellemoniteringsfunktionerne i et aktivt balanceringskredsløb, så er deres kritiske rolle klart understreget. I denne arkitektur er ADB-

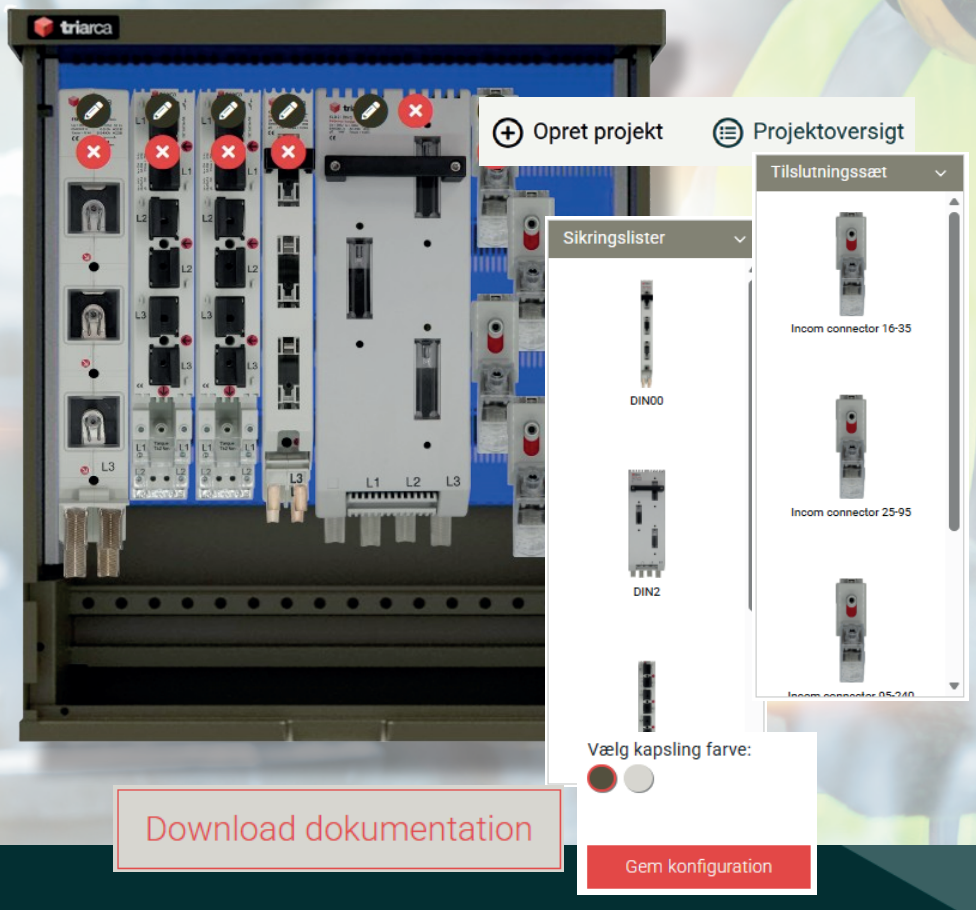
hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

Downloads Easy planner

EasyPlanner

-nem og hurtig konfigurator til kabelskabe

- *Opret **ubegrænsede** projekter*
- ***Planlæg** kapslinger og tilføj de **nødvendige komponenter***
- ***Download** og print **komplet dokumentation** med el-diagrammer og billeder*
- *Send dit **færdige projekt** til Triarca og få et **tilbud** på baggrund af din konfiguration*

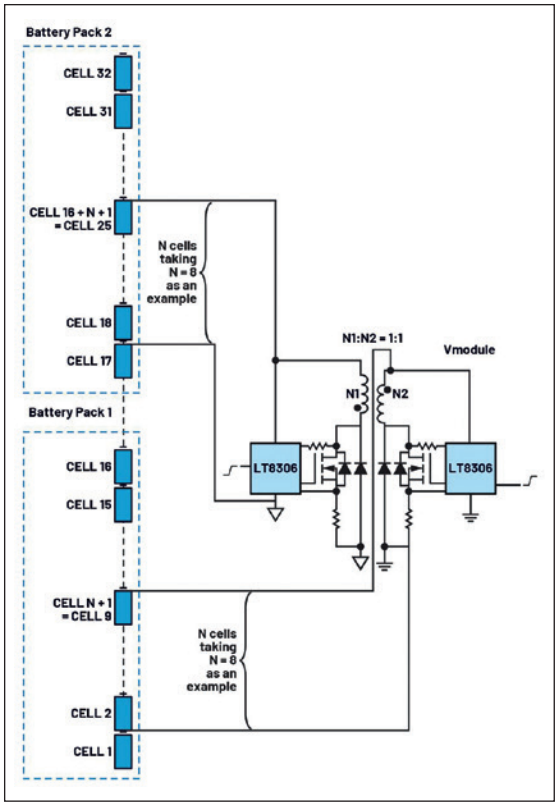


Scan QR koden og tilmeld dig EasyPlanner

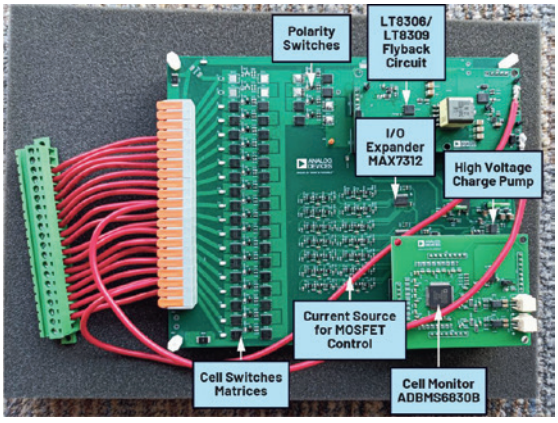
Tilmeld dig EasyPlanner HER

kabelskab.dk

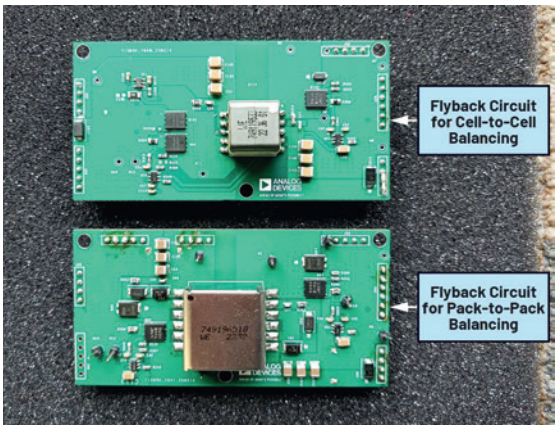
triarca®



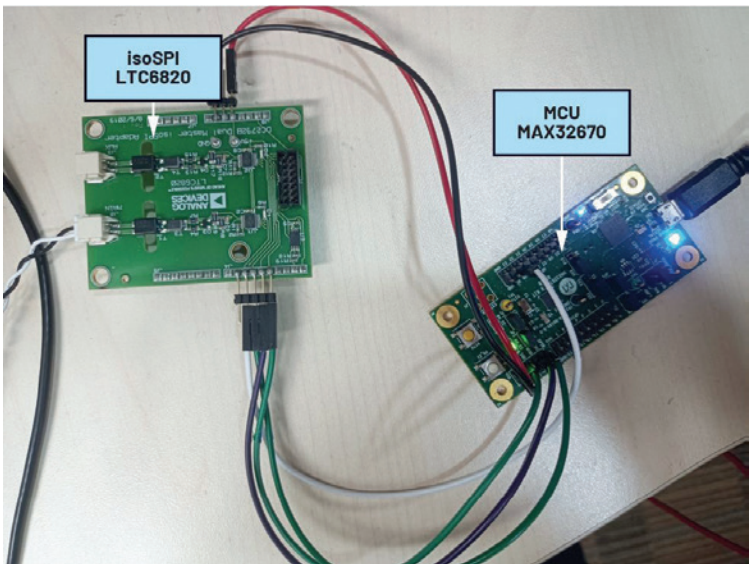
Figur 7: Anbefalet forbindelsesmetode til pakke-til-pakke balancering.



Figur 8: Hovedprint i den aktive balanceringsarkitektur.



Figur 9: To flyback-kredsløb fra arkitekturen, en dedikeret til celle-til-celle balancering og en til pakke-til-pakke balancering.



Figur 10: isoSPI kommunikations-board og MCU-kontrolprint.

MS6830B anvendt som BMS-kontrolenhed. Denne højtydende multicelle batteristack-monitor supporterer måling på op til 16 serieforbundne celler med en samlet total measurement-error (TME) i kredsens levetid på under 2mV over hele det brugbare temperaturområde. Det sikrer præcis real-time spændingsmonitering af alle 16 celler i den balancerede batteripakke.
Med et input-måleområde mellem -2V til +5,5V er ADBMS6830B kompatibel med adskillige cellekemier lige fra NMC-celler til LiFePO4-celler med noget lavere spænding, og kredsen giver dermed fleksibilitet over forskellige batterityper. Desuden kan alle celler samples samtidigt og med redundans via to uafhængige A/D-konvertere, hvilket sikrer præcise og pålidelige spændingsdata, så balanceringsalgoritmerne kan fungere effektivt.

MCU-evalueringsprint

I den viste arkitektur er MAX32670 valgt som den primære styrings-MCU. Det er en prisbillig og særdeles pålidelig 32-bit mikrocontroller med et lavt forbrug og med nok "headroom" i regnekraften til komplekse sensor- og styringsopgaver, så den egner sig godt til industrielle- og IoT-applikationer.
Til aktiv balanceringsarkitekturer er kontrollogikken fordelt på to overordnede steder:

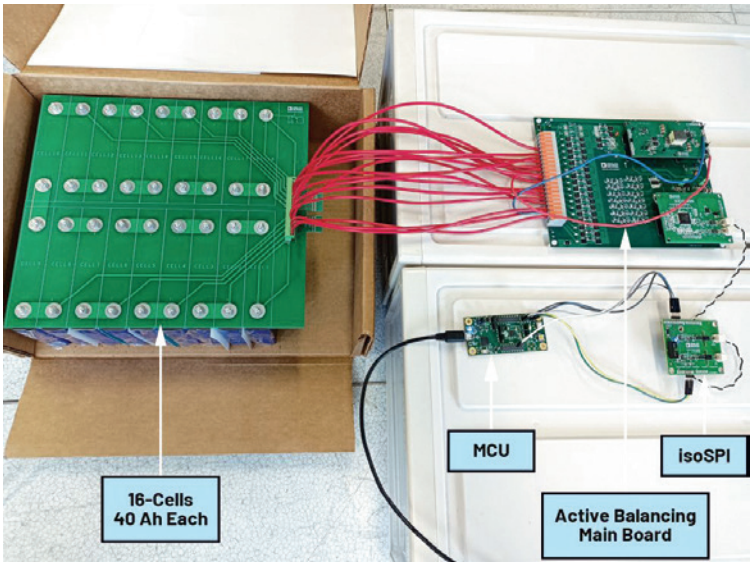
- Styring på værtssiden, så den aktive balancerings GUI (grafiske bruger-interface) kører på en pc.
- Embedded styring, hvor firmware eksekveres på en MCU.

MCU'en kommunikerer med værts-GUI'en via en UART-forbindelse og interfacer til BMS'en via en SPI-forbindelse. Mere almindeligt bruges et isoSPI-modul til at give elektrisk isolation og en bedre robusthed i kommunikationen.
MCU'en har desuden intern periferi som timere og generelle I/O-porte (GPIO) til styring af timing, statuskontrol og I/O-funktioner i balanceringsprocessen.
I stedet for at bruge en kundespecifik MCU anvender "vores" arkitektur et MAX32670EVKIT evaluerings-board. Det letter implementeringen, da firmware og driver-kode kan skrives og debugges med systemets SDK - programmeret ind i MCU'ens flash og valideret side-om-side med den aktive balancerings-GUI, så man kan opnå en fuld funktionel systemvalidering uden behov for "fremmede" MCU-print i den tidligere fase af udviklingen.

isoSPI-evalueringsprint til isoleret kommunikation

I den givne arkitektur er et DC2792B evaluerings-board til isoleret kommunikation - baseret på LTC6820 - valgt til at forenkle kommunikation mellem MCU'en og cellemonitoren. LTC6820 supporterer tovejs SPI-kommunikation over et enkelt twisted-pair kabel mellem to elektrisk isolerede produkter.
I drift konverterer isoSPI'en MCU'ens 4-tråds SPI-signaler til 2-tråds isoSPI pulssignaler til transmission til cellemonitoren, og omvendt dekoder isoSPI'en de signaler, som modtages fra cellemonitoren tilbage til et standard 4-tråds SPI-signal til MCU'en.
Selv om det ikke er et decide-

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk



Figur 11: Fysisk fortrådning og forbindelsesdiagram i løsningen i et eksperiment til aktiv balancering med brug af en "ægte" 16-celle batteripakke (hver celle til nominelt 40Ah kapacitet)

ret krav, så forbedrer LTC6820's isolationsegenskaber systempålidelighed og sikkerhed ganske betydeligt gennem en elektrisk adskillelse af høj- og lavvoltdomænerne. Det beskytter batteripakken, BMS-kontrolkredsløbet og MCU-hardwaren, men giver også sikkerhed for systemdesignere og slutbrugere mod højvoltrisici. Af de grunde er LTC6820 klart anbefalet i artiklens arkitektur.

SOC-beregning under balancering

Den beskrevne arkitektur giver en næsten konstant op- og afladningsproces til cellebalancering, hvad der i høj grad forenkler estimering og monitering af ladetilstanden, SOC (State-of-Charge) under balancering. Typisk skal brugerne kun holde øje med tre nøgleparametre: balanceringens varighed, -status (op- eller afladning) samt den forud målte balanceringsstrøm, og det skyldes, at arkitekturen opretholder en næsten konstant strøm under balanceringsprocessen. Med disse kan et temmelig godt SOC-estimat realiseres, så man undgår behovet for dedikerede coulomb-tæller IC'er i sit BMS-projekt.
Applikationer med en højere præcision i SOC-beregningerne under balancering kan dog fortsat kræve en coulomb-tæller.

Fysisk demo af den aktive balanceringsarkitektur

Den fysiske implementering af arkitekturen er vist i *figurerne 8, 9, 10* og *11*, som viser hardware setuppet i en balanceret 16-celle batteripakke. I en efterfølgende artikel skal vi se nærmere på det algoritmedesign, der sikrer en effektiv aktiv balancering i en batteripakkes BMS.



Copenhagen Light Festival giver både lys og omsætning i vintermørket

Festivalen løfter vinterturismen i København med nye rekorder i hotelbesøg og millioner i omsætning. Når dagene bliver kortere, og turismen normalt står stille, viser tal, at Copenhagen Light Festival - i år i dagene mellem den 30. januar og den 22. februar - bidrager til aktiviteten i København i det første kvartal

Ifølge Danmarks Statistik er hotelovernatningerne i Region Hovedstaden steget med ni procent i februar 2025 sammenlignet med året før. Det svarer til 93.000 ekstra gæster og en økonomisk effekt på over 232 millioner kroner alene i februar.

I marts - efter festivalens afslutning - falder tallene igen med -3 procent, hvilket viser, at den nye vækst i første kvartal er tæt knyttet til Copenhagen Light Festival.

- Der er ingen tvivl om, at events skaber vækst - og Copenhagen Light Festival får tallene til at stige, siger Jan Rafael Møller, bestyrelsesmedlem i KCC - KBH Commerce & Culture og direktør i Global Blue.

Copenhagen Light Festival har udviklet sig med landsdækkende og internationale samarbejder.

Nu stiger hotelbesøgstallene med ni procent i februar og falder til -3 procent i marts, hvor lyset er slukket, ifølge Danmarks Statistik. Copenhagen Light Festival begyndte i det små i 2018 med blot 16 lysværker - mod 52 i 2025. Dengang lå mange af de største værker i Tivoli, som med Winter in Tivoli holdt åbent fra slut januar og i februar. I dag er Tivoli en del af festivalens bestyrelse og med til at skabe lys i hele byen - til gavn for både Tivoli Corner, Nimb og bylivet omkring, da der skal en hel by til at løfte tallene.

Lars Ramme Nielsen, branchedirektør i Dansk Erhverv:

- Festivalen har udviklet sig med landsdækkende og internationale samarbejder, og værker, der vises af Refshaleøens Ejendomsselskab og Ofelia Plads til Christiansborg, DAC/BLOX og pladser ved Højbro Plads, der særligt finansieres af gode fonde.

- Copenhagen Light Festival viser netop, hvordan de med lyset kan samarbejde på tværs af kultur - turisme og erhverv kan skabe en større kage til gavn for alle. Kanalrundfarten bidrager med en betydelig del af sin omsætning til værker langs kanalen, hvor du har guidede ture trænet af festivalen. Efter vores ønske kunne festivalen med fordel starte tidligere i januar og fortsætte ind i marts, siger Jan Rafael Møller.

Lys i mørket - også økonomisk

En gennemsnitlig turist i København bruger omkring 1200 kroner dagligt, og med en gennemsnitlig hotelpris på 1300 kroner svarer det til 2500 kroner pr. døgn. Den ekstra vækst i februar betyder omkring 121 millioner kroner til hotellerne og 111 millioner kroner til øvrigt forbrug - caféer, restauranter, kultur og shopping. Hertil kommer Airbnb-gæster, samt de ca. 60.000 internationale expats og 4300 udenlandske studerende i København, som får besøg af familie og venner - særligt i vinterferien.

Da covid-19 ramte Danmark den 20. februar 2020, var Copenhagen Light Festival en af de eneste større begivenheder, der ikke lukkede ned - både i Danmark, Europa, USA og det meste af verden. Gennem egne videooptagelser - produceret og distribueret internationalt - blev København vist på CNN, BBC, Euronews, CCTV og mere end 500 andre medier. Siden da har festivalen fortsat sin internationale vækst og visninger i hele verden: I 2025 havde den over 50 millioner mentions på sociale medier og 600 millioner tv-seere globalt og løfter dermed omtalen af København i det første vinterkvartal med mange historier hvert år. Den unikke kombination af kunst, mørke og kulde, byliv og tilgængelighed har gjort festivalen til en af Nordeuropas stærke vinterattraktioner - og et forbillede for lysfestivaler i andre byer.

CNN viste allerede i festivalens andet år lysinstallationerne i Tivoli og resten af byen. Under corona blev festivalens lys i vintermørket en verdensnyhed, da verden ellers var lukket ned. I 2025 fik den igen 53 millioner mentions og 600 millioner seere af nyhederne - hvilket sætter årets første kvartal i København på verdenskortet.

Fra minus til plus i første kvartal

I 2019 oplevede København et rekordår med seks-syv procent vækst i turismen. Men dykker man ned i månedstallene fra Danmarks Statistik, var januar, februar og marts stort set uændrede - trods vinterjazz, modeuge, Dining Week og vinterferie.

Nu stiger tallene år efter år i januar og februar, mens Copenhagen Light Festival finder sted - og falder igen, når lyset slukker i marts. De eneste nye, markante vinter events i perioden er Copenhagen Light Festival og Copenhagen Gaming Week, som i 2025 havde 23.000 gæster. Til sammenligning tiltrak lysfestivalen omkring 400.000 besøgende - svarende

Fakta/kontakt

- Hotelovernatninger i februar 2025: 1.114.900.
- Stigning: +9 procent i forhold til 2024.
- Økonomisk effekt: ca. 232 millioner kroner.
- Festivalbesøgende: ca. 400.000.
- Antal værker: 55.
- Periode: den 30. januar til den 22. februar.
- Hovedpartnere: Københavns Kommune, Tivoli, Stromma, og flere individuelle personer, fonde, firmaer og organisationer.
- Kontakt: Anders Kongshaug, chief producer, vnr.TV, mail: anders@copenhagenlightfestival.org.

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk



Foto: Copenhagen Light Festival, Christoffer Askman & vnr.TV via Ritzau.

"The Greeen Beam" (af Båll & Brand) strækker sig med sine ni kilometer den længste strækning nogensinde over byen fra Tivoli, over Filmtaget på Cinemateket til B&W-hallerne på Refshaleøen, og Frederiksberg Rådhus.

til mere end ti gange så mange og med en meget bredere inkludering.
- Efter vores ønske kunne festivalen med fordel starte tidligere i januar og fortsætte ind i marts, da den kan rumme alle og er unik i forhold til andre byers vinterfestivaler. Det er godt at se, at regeringen ved Morten Dahlin (blandt andet minister for turisme), og Københavns Kommune grundlæggende ønsker at investere yderligere i vintersæsonens kultur og oplevelsesøkonomien til gavn for alle - fra butikkerne, caféerne og hotellerne, konstaterer Jan Rafael.

Flere værker i byens centrum i 2026

Festivalens sekretariat arbejder i 2025 med nye ruter og samarbejder i byens centrum. I år har festivalen dedikeret en kurator til at udvikle en sammenhængende rute i indre by i samarbejde med Stromma, Metroen og lokale aktører.
- Vi sætter værker op langs havnen - fra Refshaleøen og Ofelia Plads til Christiansborg, BLOX og Højbro Plads - men også helt nye steder. Det tager to til tre aftener at se det hele, og det er præcis sådan, vi vil have det. Lyset skal få folk til at udforske byen - både dens centrum og de nye kvarterer, fortæller Jesper Kongshaug, forperson og formand for festivalens kuratorudvalg.
Festivalen stiller også værker op i lokalområder, hvor mange bor, og netop dét er meningen: at få folk ud i byen, i bevægelse, og ind i de steder, man normalt ikke besøger i vintermånederne.
Festivalen starter midt i januar og åbner officielt fredag den 30. januar kl. 17, hvor den grønne laser tændes over byen. Den lyser hver aften og tidlig morgen frem til søndag den 22. februar kl. 22 - og er gratis for alle. På hjemmesiden, www.copenhagenlightfestival.org, kan man allerede nu booke guidede ture, og snart booke deltagelse i lysløb, og følge årets nye værker blive præsenteret. *RSH*



LIGHT + BUILDING 2026 FOR LYSDESIGN OG BYGNINGSTEKNOLOGI

Light + Building vil fra den 8. til den 13. marts 2026 under mottoet "Be Electrified - Electrifying Places. Illuminating Spaces" være verdens førende messe for belysnings- og bygningsteknologi med præsentationer af innovation, trends og visioner, der viser, hvordan teknologi og design arbejder sammen for at skabe bæredygtige, forbundne og levende rum

AF/
ROLF SYLVESTER-HVID

Med sine tre hovedtemaer "Sustainable Transformation", "Smart Connectivity" og "Living Light" vil Light + Building 2026 i Frankfurt spænde fra den nuværende til den fremtidige udvikling i branchen. Temaerne danner en rød tråd for et mangfoldigt eventprogram, der kombinerer viden, inspiration og praksis med centrale aspekter af design, arkitektur, håndværk og teknologi i fokus, hvad der gør Light + Building til verdens nok førende messe inden for lys- og elteknisk innovation og bæredygtige fremtidsstrategier.

Light & Design

Med den nye særudstilling "The Living Light" viser Light + Building, hvordan lys former hverdagen og vækker rum til live. Konceptet blev udviklet af det Berlin-baserede lysdesignfirma Lichtvision Design under ledelse af Carla Wilkins. Området i Hal 3.1 består af fire zoner: "Hjem", "Uddannelse", "Arbejdsplads" og "Kommunikation"" og fremhæver, hvordan lys giver orientering, skaber atmosfære og fremmer møder. En central, grøn sti forbinder zonerne og symboliserer vækst, forandring og det tætte forhold mellem mennesker og miljø. Forskellige lysstemninger, interaktive elementer og naturlige materialer demonstrerer, hvordan lys går ud over sin rene funktion og bliver en levende del af hverdagen.

Selv om det oftest er de håndgribelige belysningsprodukter, der bliver handlet på Light + Building, så tiltrækker de mere kreative og innovative lysinstallationer sig altid opmærksomhed. Og mon ikke også det vil være tilfældet på den kommende Light + Building 2026 i dagene fra den 8. til den 13. marts i Frankfurt.



Foto: Messe Frankfurt GmbH.

IALD Awards - fremragende lysdesign i internationalt søgelys

IALD International Lighting Design Awards er blandt verdens mest prestigefyldte priser for arkitektonisk lysdesign. De uddeles af International Association of Lighting Designers (IALD) og anerkender projekter, der imponerer med deres kreative design, tekniske præcision og atmosfæriske effekt. I marts 2026 finder den 43. prisuddeling sted for første gang i samarbejde med Light + Building i Frankfurt am Main som et festligt aftenarrangement på "Depot 1899" parallelt med messen. Dette vil give emnet lysdesign en ny fremtrædende plads på verdens førende messe og bringe den kreative dimension af lys endnu mere i fokus.

Design Plaza - scene for design, viden og inspiration

Når Light + Building 2026 udforsker lys i alle dets facetter, vil Design Plaza i hal 3.1 være svær at komme uden om. Design Plaza er hjertet i begivenhederne i den østlige del af messeområdet og fungerer som det centrale mødested for eksperter inden for arkitektur, planlægning, design og belysning. I daglige trendforedrag vil stilbureauet bora.herke.palmisano præsentere de farver, former og materialer, der vil definere lysdesign for 2026/27. Et særligt højdepunkt vil være uddelingen af Designplus Awards by Light + Building søndag den 8. marts. I samarbejde med Stylepark vil Messe Frankfurt hædre produkter og koncepter, som kombinerer designkvalitet, teknisk innovation og fremtidsorienteret tænkning. Samtidig med den internationale kvindedag vil initiativet Women in Lighting også bruge scenen til at fremhæve kvindelige perspektiver inden for lysdesign.
Programmet inkluderer talks by World-Architects, der belyser aktuelle projekter og udviklinger og anerkendes med efteruddannelsespoint for arkitekter. Design Talks by Architonic er også en del af programmet, der samler perspektiver fra arkitektur og produktdesign. ZVEI Lighting Association organiserer programmet om onsdagen på messen med fagforedrag og branchedialoger. Nyt i år er samarbejdet med Virtual Lighting Design Community (VLDC), som samler internationale lysdesignere om torsdagen med foredrag og dialogformater.

Guidede ture giver orientering og inspiration på messen

De guidede ture på Light + Building 2026 starter lige ved Design Plaza i hal 3.1. De tilbyder de besøgende eksklusivt indblik i innovationer og trends på denne branchesamling og ledsages af internationalt anerkendte lysdesignere. De guidede ture af World-Architects finder sted fra søndag til onsdag (8.-11. marts 2026) og kombinerer kompakte præsentationer med ture til udvalgte udstillere. Guiderne inkluderer Carla Wilkins (Lichtvision Design, Berlin), Jonas Godehardt (Reflexion, Zürich), Jan Nielsen (Conceptlicht, Traunstein) og Andreas Schulz (Licht Kunst Licht, Bonn). Tilmelding er mulig fra december 2025.

AI Lounge - kunstig intelligens i praksis

AI Lounge er et praktisk forum for fremtiden for alle eksperter fra elbranchen. I samarbejde med handwerk.live viser den, hvordan kunstig intelligens kan gøre det

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

daglige arbejde lettere for specialiserede virksomheder. Besøgende kan afprøve digitale værktøjer til tidsregistrering, planlægningssoftware, procesautomatisering og smart kundekommunikation og tage dem med tilbage til deres egne virksomheder. Hver dag forklarer kompakte hovedtaler, hvordan AI skaber reel merværdi - på en måde, der er forståelig, nem at implementere og ikke mindst praktisk.

ZVEH E-House - smart, effektiv og netværksbaseret nytænkning
E-House fra Centralforeningen for Tyske Elektro- og Informationsteknologiske Fag (ZVEH) viser, hvordan bæredygtige bygningsteknologier allerede ser ud i dag. Walk-in modelhuset viser, hvordan intelligente applikationer og energieffektive systemer vil forme den måde, vi lever og arbejder på i fremtiden - fra smart home-styring og solceller til varmepumpeløsninger.

BTGA - fokus på digital planlægning
Loungen hos den Tyske Industriforening for Byggeservice og Tekniske Installationer (BTGA) i hal 9.0 D80 bliver et mødested for fagfolk inden for byggeservice på Light + Building 2026. I veldefinerede formater vil BTGA give praktisk indsigt i digitale planlægningsprocesser og demonstrere, hvordan moderne værktøjer og metoder kan gøre teknisk bygningsudstyr mere effektivt, transparent og fremtidsorienteret.

Udstillerscene
På scenerne i byggeområdet i hal 9.0 og i belysningsområdet i hal 4.1 vil udstillere præsentere de seneste udviklinger, produkter og løsninger inden for belysning og bygningsteknologi. Specialforedrag og præsentationer vil give direkte indsigt i trends og anvendelser - kompakte, informative og praktiske.

ZVEI Teknologiforum - industrien i dialog
Den tyske producentforening for elektriske og elektroniske apparater (ZVEI) er vært for Teknologiforum, der tilbyder daglige diskussioner, præsentationer og udvekslinger om emner, der er vigtige for industrien, under Light + Building (hal 12.1, stand D86). I 2026 vil programmet fokusere på bygningstype E, det digitale produktpas (DPP) og energistyringssystemer.

IEECB&SC'26 og europæisk ESCO-konference 2026 - fokus på energieffektivitet
IEECB-konferencen finder sted den 11. og 12. marts i Portalhaus, niveau Via, rum Frequenz, og er organiseret i samarbejde med EU-Kommissionens Fælles Forskningscenter. Med denne konference tilbyder Light + Building endnu engang et internationalt ekspertforum, hvor fagfolk fra forskning, industri og politik udveksler idéer om strategier og teknologier til at forbedre energieffektiviteten i erhvervsbygninger.

House of Energy - kongres om fremtidens energi
Parallelt med Light + Building 2026 finder House of Energy-kongressen sted i Frankfurt - med fagpræsentationer og diskussioner om fremtidens energi.

Unge talenter - en scene for friske idéer og innovation
Light + Building 2026 sætter fokus på den næste generation. Planerne omfatter en Young Design-sektion og et universitetsområde organiseret af det tyske selskab for lysteknik og lysdesign (LiTG). Disse rum har til formål at give studerende og nye designere muligheder for kreativ udfoldelse, netværk og udveksling af idéer.

Information om Light + Building 2026-programmet kan findes på: www.light-building.com/events.



Ingen lamper fra loftet, tak: **Utraditionel lysløsning**

Transportfirmaet Poul Schou A/S i Odense er kendt for at gå sine egne veje. Det gælder også den familieejede virksomheds nye domicil, hvor kravene til et minimalistisk, råt kontormiljø uden lamper fra loftet satte gang i en teknisk og æstetisk udfordring. Brødrene Dahl blev koblet på som sparringspartner og kom hurtigt op med en opsigtsvækkende belysningsløsning, der forener funktion, design og god økonomi



Bag den 1400 kvadratmeter store administrationsbygnings glasfacader i Poul Schous nye kontordomicil gemmer sig et råt, men æstetisk kontormiljø med en usædvanlig belysningsløsning.

AF/
HANNE HYLDBORG
Cato Kommunikation

Når mørket falder på, kan man fra den fynske motorvej se det grønne skær fra transportfirmaet Poul Schous nye domicil. Bag den 1400 kvadratmeter store administrationsbygnings glasfacader gemmer sig et råt, men æstetisk kontormiljø med en usædvanlig belysningsløsning. Alt fra skriveborde til fælles arealer er oplyst af små LED-armaturer, som er monteret på skinner i loftet i otte meters højde. Armaturerne er den eneste lyskilde i den store, højloftede bygning og lyser med almindeligt lys i dagtimerne og virksomhedens grønne logofarve, når aftenmørket falder på. Belysningsløsningen er stort set usynlig og ligger dermed fuldstændig i tråd med filosofien bag bygningen: byg enkelt, gør det simpelt og skab noget flot og anderledes, uden at det koster en bondegård. Brødrene Dahl står bag løsningen, som er både enkel, fleksibel og økonomisk. De enkelte elementer i løsningen er udvalgt blandt standardprodukter, og de loftsmonterede skinner kan nemt udbygges med flere og andre typer armaturer, hvis indretningen ændrer sig.

Fra pendler til præcision

- Det er ingen kunst at hive den store tegnebog frem og købe noget flot. Jeg ville gerne skabe noget helt anderledes med nogle smarte, økonomiske løsninger, og det har jeg fået, blandt andet på belysningssiden i kraft af Brødrene Dahls kompetente rådgivning og kreativitet, siger administrerende direktør i Poul Schou, Poul Henrik Schou.

Det nye domicil er bygget som en fagentreprise med Husgruppen som bygherrerådgiver og en række faste samarbejdspartnere, herunder elinstallatørfirmaet Bjerne Jensen A/S, som stod for al elektricitet, samt Brødrene Dahl, der undervejs i processen blev hentet ind på belysningsdelen.

- Jeg havde en meget klar vision for vores nye domicil og den stil, jeg ønskede. Én ting, jeg absolut ikke ville have, var en traditionel belysning med pendler, der hænger ned fra loftet og forstyrrer udtrykket.

hin since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

Belysningsløsningen er stort set usynlig og ligger dermed fuldstændig i tråd med filosofien bag bygningen: byg enkelt, gør det simpelt og skab noget flot og anderledes, uden at det koster en bondegård.

Men det var ikke ligetil at finde en løsning, der både opfyldte reglerne og mine krav. Først da Brødrene Dahl kom på banen, lykkedes det at finde en løsning, der passer perfekt ind i stilen, og som samtidig er både lovlig og funktionel, siger Poul Henrik Schou.
Grundidéen med de loftsmonterede skinner og LED-armaturer er enkel, men krævede på grund af den store loftshøjde både præcision og forståelse for gældende lovgivning. Alligevel lykkedes det Brødrene Dahl at designe løsningen på få dage.

Fra idé til virkelighed på rekordtid

- Der er nogle faste belysningskrav til kontormiljøer, og de kan være svære at efterleve i et utraditionelt byggeri som dette. Brødrene Dahl forstod hurtigt, hvad opgaven gik ud på, og hvordan lyset skulle spille sammen med arkitekturen og den øvrige indretning, siger indehaver af Husgruppen og rådgiver på byggeriet, Rico Toft Duelund, som bakkes op af Poul Henrik Schou:
- Vi inviterede Brødrene Dahl indenfor for at vise, hvad de kunne på elområdet. De fik tegningerne af HusGruppen, og inden for tre dage lå der en komplet belysningsplan med lysberegninger og det hele. De har været utroligt dygtige og holdt et højt tempo hele vejen. Selvfølgelig kan der opstå småting undervejs, men de bliver rettet hurtigt, og man får et nyt oplæg. Jeg er meget tilfreds med det samarbejde, vi har haft med Brødrene Dahl, siger Poul Henrik Schou.
Efter de første skitser og beregninger var udarbejdet, blev belysningsplanen omsat til virkelighed i tæt samarbejde med bygherrerådgiver, installatører og leverandører. Mens Brødrene Dahl stod for design og levering af løsningen, stod Bjerne Jensen for selve den tekniske udførelse med opsætning og tilslutning af belysningsløsningen som led i den overordnede elentreprise.
- Det er en flot belysningsløsning, som alle parter er tilfreds med. Den skiller sig ud og passer perfekt ind i rammerne. Man kan få belysning i alle prislejer, og her har man fået meget for pengene, fordi man gik efter noget, der både er anderledes og økonomisk fornuftigt, siger electrical director i Bjerne Jensen, Kristian Spodsberg.

Mulighedernes partner

Brødrene Dahl har siden overtagelsen af elgrossisten Jens A i 2021 udbygget sine kompetencer på området og arbejder i dag tæt sammen med både installatører, rådgivere og bygherrer over hele landet. Hos Poul Schou har Brødrene Dahls samlede elviden været i spil.





Detaljer af loftsarmaturerne, som er udført i et bredt samarbejde mellem kunde, rådgiver, installatør og leverandør/producent. Lys, lyd og det visuelle indtryk hænger virkelig godt sammen.

- Vi har skullet tænke ud af boksen både i forhold til design, regler og funktion. Det er altid spændende at samarbejde med en visionær bygherre som Poul Henrik Schou, som tør udfordre det gængse. Det passer godt til vores måde at arbejde på. For os handler det om at finde løsninger, hvor andre ser begrænsninger, siger Torben Tolstrup, som er salgschef for el øst hos Brødrene Dahl.
I dag står Poul Schous domicil som et eksempel på, hvordan en enkel idé kan blive til en helstøbt løsning, når de rigtige folk bringes sammen. Lys, akustik og æstetik spiller bare godt sammen.



hin - since 1897 TESTINSTRUMENTER Se mere på hin.dk

Priess opkøber i Norge

Priess A/S, der er en førende virksomhed inden for transformerstationer, har i dag annonceret opkøbet af ABB's lokale Compact Secondary Substation-produktlinje i Norge. Opkøbet markerer et nyt kapitel i Priess' vækststrategi og udvider virksomhedens tilstedeværelse i Norden. Med dette opkøb styrker Priess sin position på det nordiske marked og åbner op for nye udviklingsmuligheder både for virksomhedens produktportefølje og medarbejdere.
Som en del af ABB har den lokale Compact Secondary Substation-produktlinje tidligere været en sekundær enhed i en stor koncern. Men med overgangen til Priess bliver enheden nu en integreret del af en dynamisk virksomhed med deres område som det primære fokus.
Hos Priess bliver de tilkomne medarbejderes tekniske kompetencer og ekspertise sat i spil på nye måder, hvilket giver dem mulighed for at udvikle sig og bidrage til et bredere og mere varieret produktprogram.



- Vi har valgt at opkøbe ABB's lokale Compact Secondary Substation-produktlinje i Norge, fordi vi ser et stort potentiale i deres tekniske kompetencer samt evne til at levere løsninger af høj kvalitet. Vi ser frem til at udvide vores produktprogram og rækkevidde, hvilket vil gavne både vores eksisterende kunder og tiltrække nye markeder. Dette er et skridt, der både skaber værdi for vores virksomhed og åbner op for spændende vækstmuligheder for medarbejderne, udtaler Thomas Rohde, CEO, Priess A/S.
Selv om ABB's lokale Compact Secondary Substation-produktlinje i Norge bliver en del af Priess, forbliver virksomhedens norske rødder stærke. De medarbejdere og ledere, der har været med til at forme virksomheden, vil fortsat være en del af den daglige drift. Og de mennesker, der har arbejdet sammen i mange år, vil fortsat være et centralt omdrejningspunkt i den nye struktur. Det betyder, at medarbejderne kan forvente en fortsat tryg og velkendt arbejdsdag på norsk grund, men med nye muligheder for vækst og udvikling i en ny virksomhed, hvor de selv vil spille en mere central rolle end tidligere.
- Vores kerneforretning forbliver i Danmark, og når vi opkøber som nu, er det for at styrke vores tilstedeværelse på det norske marked, ikke for at flytte produktionen. Det er netop denne lokale forankring og stærke samarbejde på tværs af lande, der skaber de bedste betingelser for vækst, siger Thomas Rohde.

Ny i bestyrelsen hos Jysk Elteknik A/S

Christian Krog Andersen indtræder i bestyrelsen i Jysk Elteknik A/S, der er inde i en positiv udvikling, ikke mindst takket være velovervejede strategiske beslutninger.
Som led i denne udvikling og i forbindelse med at Katrine Dahl Clement træder ud af bestyrelsen, idet hun er blevet fastansat.
Christian Krog Andersen har erfaring fra en lang karriere hos Cimbria, hvor han fra 2010 til april 2025 har fungeret som økonomidirektør. Desuden har han opnået bestyrelseserfaring gennem flere poster inden for Cimbria-koncernen, og han er i øjeblikket i gang med en bestyrelsesuddannelse.



ELEKTROTEKNISK FORENING EF

Elektroteknisk Forening er dit netværk i elbranchen

Vi mødes på tværs af uddannelser og er fælles om interessen for elteknik.

Arrangementer

Vi tilbyder virksomhedsbesøg, foredrag og studieture.

Kontingent

Medlemskab koster 700 kr./år.

Vi vil gerne være flere

Indmeldelse sker på hjemmesiden. Eneste forudsætning er, at du er interesseret i elteknik.

Kontakt

Elektroteknisk Forening
Elleholmvej 28 C
5250 Odense SV
E-mail: info@dkef.dk
Tlf.: 42 57 70 69

Se mere på www.dkef.dk

Milwaukee®

Nothing but **HEAVY DUTY.**™

ELEKTRIKERFAGET

ELVÆRKTØJ TIL ELEKTRIKEREN, INFRASTRUKTUR OG FORSYNING



SE HELE *UDVALGET* HER







www.sg-as.dk

5 års GARANTI





JUNISTAR ECO

Effektiv downlight til indendørs- og udendørsbrug



Junistar Eco Outdoor er en effektiv downlight til både indendørs og udendørs brug med en lysspredningsvinkel på 42° og 30° vip i to retninger. Den er 100 % lufttæt mod gips- og fermacell-lofter og har bestået 60 minutters brandmodstandstest (EN 1365-2) samt lydisoleringstest (EN ISO 10140-2:2021 og 10140-3:2021, del E).

Med en fleksibel huldiameter på Ø68–83 mm er Junistar Eco Outdoor et godt valg til både renovering af ældre lofter og nybyggeri. Med over 500 lumen kræves der 30–40 % færre spots sammenlignet med installation med GU10.

Der er garanti for perfekt lysdæmpning i kombination med alle SG-lysdæmpere. Installationen er lynhurtig og kræver ikke brug af værktøj.

60 MIN