

Pametni sistemi za vozove, metro i tramvaje







Priprema za budućnost

Putovanje vozom, tramvajem ili metroom za mnoge od nas omiljeni su načini transporta: nema saobraćajnih gužvi, nema potrebe za fokusiranjem na put ispred nas... jednostavno možemo sjesti i čitati knjigu, gledati u pametne telefone ili čak zaspati. Međutim, jedna stvar koju rijetko radimo je da razmišljamo o stotinama električnih i elektronskih uređaja i sistema koji omogućavaju vozovima, metroima i tramvajima da se pokrenu i sigurno putuju do svog odredišta. Svi ovi različiti uređaji i sistemi rade na efikasan način i bez rizika jer prate standarde koje je izradila Međunarodna komisija za elektrotehniku (*The International Electrotechnical Commission – IEC*).

Predviđeni rast za željeznicu i gradski željeznički prevoz

Željeznički saobraćaj, iako globalni gubitnik u odnosu na druge oblike transporta u posljednjih 50 godina, posebno kada je u pitanju teretni transport, sada hvata novi zalet. Predviđa se da će rast globalnog stanovništva – očekuje se da će do 2050. godine dostići cifru od 9,8 milijardi - podstaći sve oblike željezničkog saobraćaja. Prema izvještaju ITF Transport Outlook 2019 koji je objavila Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (*Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD*), predviđa se da će godišnji rast željezničkog transporta do 2050. godine iznositi 3,7%, zahvaljujući između ostalog novim azijskim projektima.

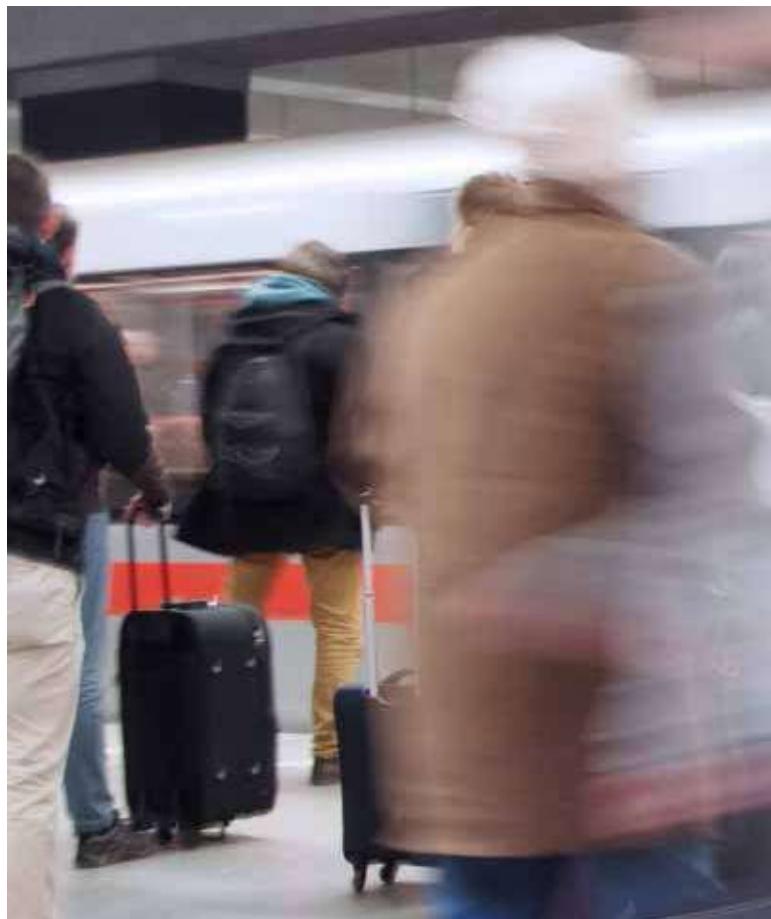
Rast stanovništva u velikim urbanim centrima iziskuje pametna rješenja koja se odnose na mobilnost, uključujući nove urbane željezničke infrastrukturne projekte, kao što su metro i laka željeznica. Prema Međunarodnom udruženju javnog prevoza (*International Association of Public Transport - UITP*), s kojim IEC sarađuje, Azija je ta koja prednjači i u ovom području. U UITP-ovom Izvještaju o novoj urbanoj željezničkoj infrastrukturi navodi se da se više od dvije trećine svih novih infrastrukturnih projekata koji su vezani za metroe, a koji su započeti u 2018. godini, izvodi u kineskim gradovima. I u drugim oblastima u svijetu grade se linije podzemne željeznice, odnosno metroa: prvi podsaharski metro pušten je u rad u Abudži, Nigerija, 2018. godine. Ono što je karakteristično za ovaj trend je kontinuirani rast brzog međugradskog prevoza i automatizovani prevoz putnika.

Najsavremenije tehnologije omogućavaju željezničkim, metro i tramvajskim uslugama da mutiraju i pripreme se za održiviju i pametniju budućnost. Prikupljanje i skladištenje energije, sve veća digitalizacija i automatizacija, razvoj Interneta stvari (*Internet of Things - IoT*) kao i sve veća upotreba obnovljivih izvora energije su ti koji transformišu sve sisteme zasnovane na željezničkoj infrastrukturi. IEC standardi utiru put sigurnoj i efikasnoj upotrebi novih tehnologija.

Učešće IEC-a je od presudnog značaja

IEC-ov Tehnički komitet 9 osnovan je posebno kako bi izrađivao standarde za vozove, metroe i druge lake željezničke sisteme. Ovaj komitet objavljuje više od 100 standarda koji obuhvataju željezničke mreže, gradske transportne mreže (uključujući metroe, tramvaje, trolejbuse i potpuno automatizovane transportne sisteme) i sisteme magnetne levitacije (maglev). Maglev vozovi levitiraju iznad šina koristeći osnovne principe magnetizma kako bi zamijenili stari čelični točak i šine. Gotovo da i nema šinskog trenja, što znači da ovi vozovi mogu dostići brzinu od nekoliko stotina kilometara na sat.

IEC-ov Tehnički komitet TC 9 standardizuje opremu kao što su željeznička vozila, fiksne instalacije, kao i sisteme upravljanja željezničkim saobraćajem, uključujući komunikaciju, signalizaciju i sisteme za obradu podataka. Pored UITP-a, ovaj komitet je usko povezan s Međunarodnom željezničkom unijom (*International Union of Railways - UIC*), globalnom organizacijom za željeznički prevoz.



Između UIC-a i IEC-a je 2014. godine potpisana Sporazum o saradnji. Osnovana je Grupa za stratešku vezu (*Strategic Liaison Group - SLG*), kao i tri podgrupe koje se bave temama kao što su multimediji i željeznički sistemi. SLG se s UIC-om sastaje dva puta godišnje. Veza je fokusirana na standarde za povećanje sigurnosti, efikasnosti i isplativosti željezničkih sistema. Saradnja s UITP-om ima za cilj da razvije međunarodne standarde za gradski prevoz.

Povezani vozovi

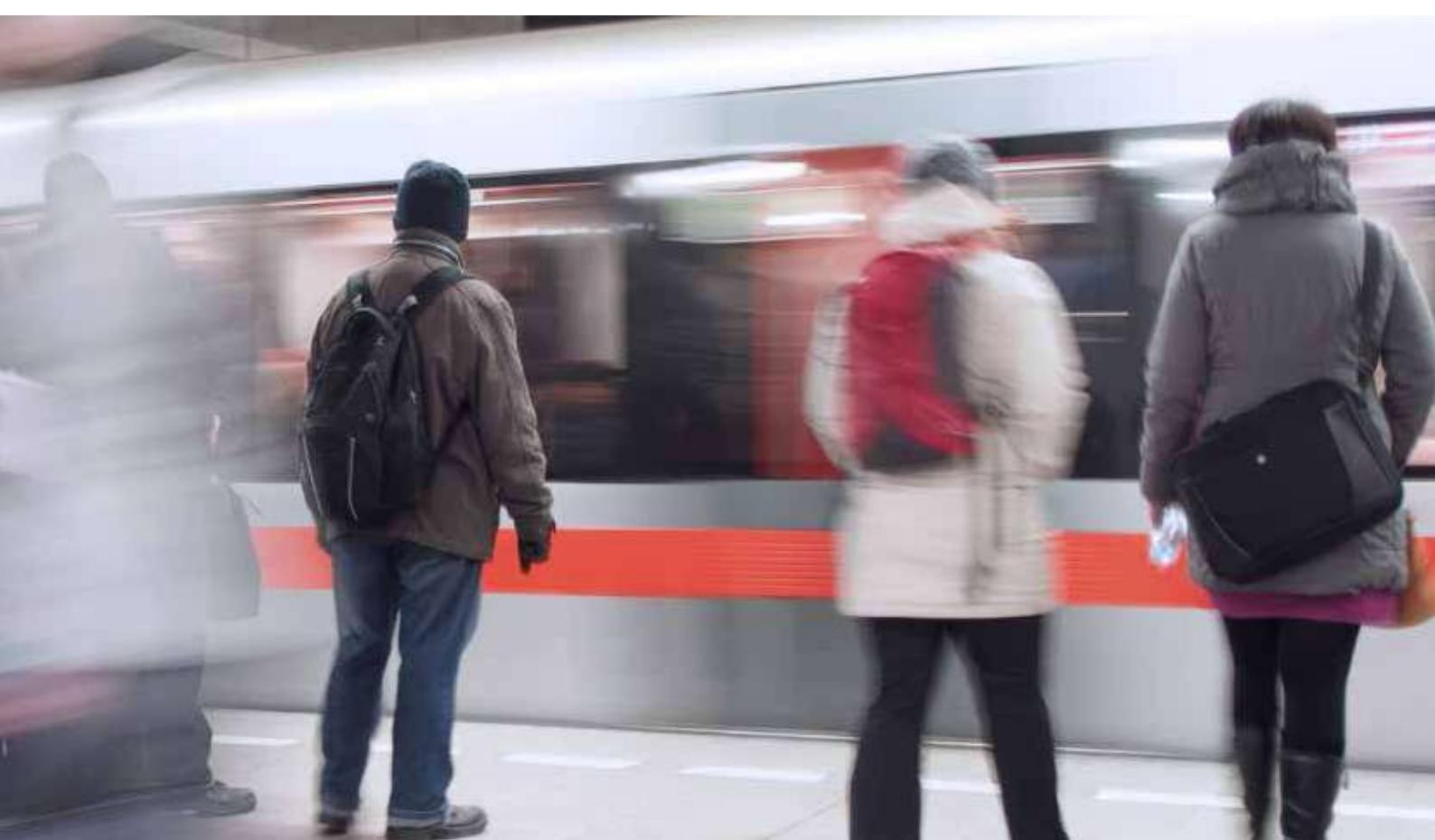
Među najznačajnijim standardima koji su izrađeni u saradnji s UIC-om je serija standarda IEC 61375 o telekomunikacionoj mreži voza (*Train Communication Network - TCN*). Ovi standardi se u svijetu uveliko koriste za prenos podataka između različitih željezničkih vozila naprimjer vagoni i kabine mašinovođe). S obzirom da se kompozicija vozova u toku dana može mijenjati, u zavisnosti od planiranog putovanja koje trebaju obaviti, za kontrolu voza, dijagnostiku i informacije o putnicima neophodno je da postoji standardni oblik prenosa podataka. Kada se vozila spoje na kolosijeku, pokreće se komunikacijski sistem. TCN omogućava interoperabilnost između bilo kojeg vozila i bilo kojeg voza, naprimjer, prilikom spajanja i odvajanja. Na nivou vozila, standardni spojevi između opreme mogu biti korisni za proizvođače, dobavljače i

pružaoce usluga. To omogućava proizvođačima da sastave prethodno ispitane jedinice, kao što su vrata koja su isporučili podgovarači. Institut inžinjera elektrotehnike i elektronike (*Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE*) usvojio je ove standarde, a dao je i svoj doprinos u kasnijim fazama njihovog razvoja, skupa s UIC-om.

Kako bi osigurali koordinaciju u radu na elektrotehničkim pitanjima vezanim za željeznicu, kao i na neelektričnim pitanjima, IEC-ov Tehnički komitet TC 9 dodatno sarađuje s ISO-ovim Tehničkim komitetom TC 269: Primjene na željeznicu.

Mnoštvo drugih IEC-ovih tehničkih komiteta izrađuju standarde koji su relevantni za željezničku i industriju podzemnih željeznica, a koji se primjenjuju na veliki broj oblasti, od IoT-a do alarmnih sistema i cyber sigurnosti. IEC-ov Tehnički komitet TC 9 je povezan s nekolicinom takvih tehničkih komiteta. Osim toga, četiri IEC-ova sistema za ocjenjivanje usaglašenosti (CA) garantuju da različiti električni i elektronski sistemi koji se koriste u sistemima vozova, metroa i tramvaja zadovoljavaju zahtjeve navedene u svim ovim standardima.

IEC-ovi standardi i IEC-ovi sistemi za ocjenjivanje usaglašenosti važni su alati koji omogućavaju vozovima, tramvajima i metroima da ostanu sigurni, efikasni i ekonomski održivi te prilagođeni budućim potrebama.



Kratka historija

Vozovi spadaju u tehnologiju 19. vijeka, iako su izumljeni prije 1800-ih. Oni su ti koji su omogućili industrijsku revoluciju tako što su zamijenili konje kod prevoza tereta i transporta. Velike razdaljine su se moglo mnogo brže preći, a veliki gradovi su se za transport ljudi i dobara oslanjali na rastuću mrežu željezničkih linija. Čak su se u blizini željezničkih pruga osnivali brojni novi gradovi kao naprimjer u SAD-u. Dok su prve vozove pokretale parne mašine, tokom 20. vijeka postepeno je uvedena struja. Lokomotive su električnu energiju dobijale ili preko nadzemnih vodova ili preko treće šine, odnosno šine pod naponom. Većina vozova danas koristi potpuno električne, dizel-električne ili gasnoturbinsko-električne motore. Jedna od opcija je i hidrogen.

Prvi metro je pušten u rad 1890. godine. Kao i kod vozova, motori su u početku bili na parni pogon. Rane tramvaje su vukli konji, zatim su koristili parne mašine ili su vučeni kablom. U velikim gradovima ranih 1900-ih električne ulične željeznice, kako su ih tada nazvali, postale su sveprisutane. U početku su radile zahvaljujući električnoj šini ili sistemu trola koji povezuje tramvaj s električnim vodom. Trolejbusi, koji i dan danas funkcionišu i dalje koriste taj sistem. Danas većina tramvaja radi zahvaljujući pantografu z-oblika ili pantografu u obliku dijamanta i, u nekim slučajevima, zahvaljujući trećoj elektrifikovanoj šini. Razmatra se i uvođenje tramvaja s pogonom na hidrogenske gorive ćelije, kao kod željeznice, a pojedini pružaoci usluga željezničkog prevoza demonstriraju moguća održiva rješenja.

Tramvaji su ponovo u modi

Sredinom i krajem 20. vijeka tramvaji su pali u nemilost i prestali ih koristiti u mnogim gradovima, uglavnom da bi se oslobođio put za automobilski saobraćaj. Međutim, sada su se ponovo vratili u modu i smatraju se ekološkim, odnosno zelenim vidom gradskog transporta koji je jeftiniji od podzemne željeznice i koji manje zagađuje okolinu od automobila. Mnogi gradovi su proširili postojeće tramvajske linije, rekonstruisali zastarjele ili jednostavno izgradili nove.

Neke od tehnologija koje su izmišljene u 19. vijeku, poput prijevodničkog uređaja sa polužjem se još i danas koriste na pojedinim željezničkim linijama. Postavni uređaj sa polugama prijevodničkog uređaja je osmišljen kako bi omogućio da se klasteri tačaka i signala kontrolisu s jedne jedine tačke – signalne kutije. Ova nova tehnologija doprinijela je da se smanji angažovanost radne snage i ubrzala otpremanje voza: prije pojave signalne kutije, za skretanje kolosijeka na

pojedinim mjestima i za davanje signala vozu na terenu bilo je potrebno mnogo radnika.

Upotreba električne energije omogućila je korištenje električnih signala. Ovaj napredak doprinio je razvoju signalnog panela. Jedan od nedostataka ovog panela je velika količina fiksнog hardvera koji koristi – dugmad, prekidače, indikatorska svjetla i posebno prilagođene prednje ploče koje prikazuju položaj kolosijeka. Bilo koje naknadne promjene položaja uključivale su značajne aktivnosti na dizajnu i izmjene hardvera.

Veća digitalizacija

Pojava elektronskog zabavljanja i tehnologije računarskih displeja dovela je do povećanja digitalizacije, s tim da su računari i softver zamijenili signalne panele. Zahvaljujući evoluciji od analognog ka digitalnom svijetu, povećao se broj vozova koji saobraćaju postojećim kolosijecima i to tako što se poboljšala sigurnost i pouzdanost te smanjilo vrijeme čekanja. Ovim se, pak, smanjuje potreba za izgradnjom novih pruga kao i za kupovinom dodatnih željezničkih vozila, što je veoma skupo. Međutim, ove transformacije također predstavljaju brojne izazove koje pružaoci usluga željezničkog prevoza trebaju riješiti, uključujući cyber sigurnost i međusobno djelovanje zastarjelih sistema s najnovijom tehnologijom.



IoT revolucija



© www.infrastructure-channel.com

Sistemi za kontrolu i nadzor vozova (*Train control and monitoring systems - TCMS*) često se smatraju mozgom voza ili metro sistema: oni pružaju kontrolnu i nadzornu infrastrukturu koja poboljšava rad vozova ili metroa i povećava njihovu sigurnost i pouzdanost.

TCMS-ovi postaju sve sposobniji zahvaljujući IoT-u i analitici velikih podataka. Integracijom informacionih i komunikacionih tehnologija (*IKT*) u TCMS poboljšava se efikasnost industrije koja je vezana za željezničku infrastrukturu. Time se novoj generaciji vozova, naprimjer, omogućava da uz pomoć željezničkih informacija u realnom vremenu i online podataka o životnoj sredini u kombinaciji s ugrađenim referencama postignu optimalnu kontrolu vuče i kočenja voza. Ovim se, pak, poboljšava raspored putovanja i smanjuje potrošnja energije.

Signalna oprema je sada ugrađena u kabinu mašinovođe, što implica manju upotrebu pružne opreme. Inteligentni ugrađeni uređaji povezani s aplikacijama koje su zasnovane na cloudu (oblaku) dizajnirani su da poboljšaju sisteme komunikacija i kontrole između vozova i stanica.

Zajednički rad IEC-a i ISO-a

Potkomitet 41 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC 1 (ISO/IEC JTC 1/SC 41) izdaje publikacije koje su relevantne za Internet stvari. Najvažniji standardi uključuju standard ISO/IEC 21823-1, koji omogućava ravnopravnu interoperabilnost između odvojenih IoT-a sistema i standard ISO/IEC 3041, koji daje referentnu arhitekturu za IoT. Ostali potkomiteti uključuju SC 38: Računarstvo u oblaku (*cloud computing*) i distribuirane

platforme, SC 31: Tehnike automatske identifikacije i prikupljanja podataka, ili SC 32: Upravljanje i razmjena podataka.

Naprimjer, Tehnički potkomitet SC 31 izdaje standarde za uređaje za identifikaciju radiofrekvencije (*radio frequency identification devices - RFID*). RFID tehnologija se od 1990-ih uveliko upotrebljava u željezničkom sektoru. Uspjeh aplikacija koje se koriste u željezničkom saobraćaju zavisi od napora pružaoca usluga željezničkog prevoza da označe svoju opremu, postave mrežu čitača te dizajniraju i instaliraju infrastrukturu i sisteme za obradu podataka koji su neophodni da bi ovi podaci bili korisni. Ove instalacije omogućavaju željeznicama da identifikuju i prate vučne vagone što je posebno praktično kada se radi o prevozu tereta jer omogućava praćenje robe. RFID aplikacije koje se u nekim zemljama koriste i za izdavanje putničkih karata poput RFID ugrađenog u pametnu karticu ili čak u običnu kartu, mogu praktično eliminisati mogućnost prevare. Tipičan primjer ugrađenog RFID-a su Oyster kartice koje su korištene u londonskom metrou i njegovim sistemima lake željeznice.

Daljinsko praćenje pomoću senzora i vještačke inteligencije

Senzori koji su ugrađeni u motore vozova, vozila (bilo da su u vagonima ili kabinama mašinovođa) i na prugama omogućavaju da se željeznički i metro sistemi provjere i poprave na daljinu, i to upotrebom vještačke inteligencije (*Artificial Intelligence - AI*). Ovim se sprječava kašnjenje i dugotrajne provjere kod održavanja. Daljinsko praćenje produžava životni vijek željezničke opreme.



Ranim ukazivanjem na probleme bit će potrebno puno manje radno intenzivnih provjera održavanja. Na najosnovnijem nivou, senzori na prugama pokazuju da li se voz kreće ili miruje. Sve složeniji sistemi obuhvataju i sve sofisticiranije senzore koji prikupljaju nekoliko miliona podataka i te informacije prenose na računare koji ih zatim analiziraju. IEC-ov Tehnički komitet TC 47 priprema standarde koji se odnose na poluprovodničke elemente koji omogućavaju projektovanje, proizvodnju i upotrebu senzora. Standard IEC 60747-14-1 utvrđuje zahtjeve za senzore od poluprovodničkog materijala ali je također primjenjiv i na senzore napravljene od dielektričnog i feroelektričnog materijala.

Potkomitet SC 42 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 42 priprema standarde iz oblasti vještačke inteligencije. IEC je također jedan od osnivača Otvorene zajednice za etiku u autonomnim i inteligentnim sistemima (*Open Community for Ethics in Autonomous and Intelligent Systems - OCEANIS*) koji je oformljen kako bi se bavio etičkim pitanjima koja se odnose na vještačku inteligenciju.

3D štampa za dijelove koji nedostaju

U toku je i revolucija kada su u pitanju popravka vozova, metroa i tramvaja. Izrazito je teško pronaći rezervne dijelove za vozove pogotovo ako su u pitanju oni koji su stariji od 20 godina. Neki pružaoci usluga željezničkog prevoza počeli su da koriste 3D štampače kako bi proizveli dijelove koji nedostaju. Potkomitet SC 28 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 28: Kancelarijska oprema, izrađuje standarde za 3D štampače. IEC-ov Tehnički komitet TC 56: Pouzdanost, objavljuje IEC 62402, važan standard za upravljanje zastarjelošću koji smanjuje rizike koji se pojavljuju s nemogućnošću pristupa potrebnim dijelovima u bilo kojem lancu snabdijevanja.

IECQ za komponente vozova

Jedan od četiri IEC-ova sistema za ocjenjivanje usaglašenosti, IECQ (IEC-ov Sistem za ocjenjivanje usaglašenosti elektronskih komponenti) je globalni sistem certifikacije za isporuku elektronskih komponenti i pratećih materijala i procesa. IECQ koristi specifikacije za procjenu kvaliteta koje su zasnovane na nacionalnim, regionalnim, međunarodnim ili industrijskim standardima. Trenutno je IECQ-om obuhvaćeno osam porodica elektronskih komponenti: aktivne komponente, uključujući integrisana kola; elektromagnetne komponente; elektromehaničke komponente; elektrooptičke komponente; hibridna integrisana kola; i pasivne komponente. IECQ se bavi certifikacijom komponenata koje se koriste za vozove, poput integrisanih kola.

Nastavak automatizacije

Podzemni vozovi bili su među prvim vozilima kojima se upravljao bez vozača. U mnogim velikim gradovima širom svijeta, raznim metro i lakim željezničkim linijama se niz godina upravljao bez vozača. Različiti nivoi automatizacije utvrđeni su prema standardu IEC 62290-1. Ovaj standard koji je izradio IEC-ov Tehnički komitet TC 9 uspostavlja osnovne koncepte za upravljanje gradskim transportom i sistemima njegove kontrole. Naprimjer, stepen automatizacije 4 odnosi se na vozove kojima se automatski upravlja u svakom trenutku, uključujući zatvaranje vrata, detekciju prepreka i hitnih situacija. Tehnički komitet TC 9 također objavljuje standard IEC 62267, koji utvrđuje sigurnosne zahtjeve za automatizovani gradski vođeni transport (*Automated Urban Guided Transport - AUGT*).

Vožnja bez vozača i nejasna logika

Neke od glavnih željezničkih pruga također primjenjuju tehnologiju vožnje bez vozača. Međutim, ovi vozovi nisu u potpunosti autonomni. Iz očiglednih sigurnosnih razloga, od vozača se traži da u svakom trenutku nadgleda samovozeći sistem. Brojni pružaoci usluga željezničkog prevoza bave se testiranjem autonomnih vozova za prevoz tereta.

Inžinjeri i programeri istražuju nejasnu logiku kao tehniku vještačke inteligencije koja bi se mogla primijeniti na automatizaciju vozova. Nejasna logika zasnovana je na premisi da većina ljudi donosi odluke na osnovu nejasnih i nepreciznih informacija, odатle i termin „nejasan“. AI sistemi koji su povezani s automatizacijom vozova moraju biti u stanju da predvide nepredvidivo, kako bi potpuno autonomni putnički vozovi bili dovoljno sigurni da bi mogli funkcionsati bez

ikakvog vida praćenja. Uprkos napretku tehnologije ovo i dalje predstavlja ogroman izazov. Jedno od rješenja ovog problema je mašinsko učenje (*Machine Learning - ML*). Mašinsko učenje je AI aplikacija koja sistemima omogućava da automatski uče i usavršavaju se zahvaljujući iskustvu, a da to nije eksplicitno programirano.

Potkomitet SC 42 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 42 objavljuje standard ISO/IEC 20546 koji daje skup termina i definicija potrebnih za bolje razumijevanje ovih oblasti. Standard daje i terminološku osnovu za standarde koji su vezani za velike podatke.

Roboti za dosadne i opasne poslove

Održavanje vozova i željeznica može biti dosadan, opasan i prljav posao. Pružaoci usluga u željezničkom prevozu idu ka tome da svoje usluge nude non-stop, odnosno 24 sata 7 dana u sedmici, što im ostavlja vrlo malo vremena za održavanje. Jedna od opcija je angažovanje robota za čišćenje, jer su radnici u opasnosti da ne dođu u kontakt s visokim naponom dok koristite vodu za čišćenje spoljašnjosti lokomotive ili ostatka voza. Sistemi opremljeni robotskim rukama se već koriste za čišćenje spoljašnjosti vagona. Automatizovani procesi za inspekciju i testiranje kolnog sloga također zamjenjuju ručnu inspekciju koja oduzima mnogo vremena. IEC-ov Tehnički komitet TC 65 standardizuje procese industrijske automatizacije i objavljuje standard IEC 61131 koji je posebno relevantan za programabilne kontrolere i njihove pripadajuće periferne jedinice kao što su alati za programiranje i otklanjanje grešaka ili interfejsi ljudi-mašina.



Poboljšati iskustva putnika

U vozovima ili na metro linijama se već godinama nudi i pristup bežičnom internetu odnosno Wi-Fi, međutim, ostvariti brzi i pouzdan bežični pristup internetu za putnika često može predstavljati pravi izazov. Ovo se posebno odnosi na situacije kada vozovi prolaze kroz područja s nekoliko baznih stanica za mobilni bežični internet, prolaska kroz tunele, kad idu ispod zemlje ili kada putuju velikom brzinom. Kada mnogo ljudi u vozu želi odjednom biti online, aktivnosti koje zahtijevaju veliku količinu podataka koji mogu biti poslati ili primljeni pomoću vašeg uređaja u određenom vremenskom periodu, kao što je strimovanje videa, postaju mnogo teže. Neki pružaoci usluga željezničkog prevoza osmislili su privremena rješenja, koristeći ugrađene servere za strimovanje filmova, vesti i igrica na pametne telefone i laptopе.

Očekuje se da će nove 5G mreže znatno poboljšati pristup uslugama i količini podataka koju će putnici moći da preuzimaju kao i da će nova tehnologija moći da obradi obim podataka koji je 100 puta veći nego što je to moguće s 4G mrežom. To znači da će kupcima biti mnogo lakše da uživaju u dosljednom i brzom povezivanju na internet tokom čitavog putovanja. Nekoliko globalnih pružalaca usluga željezničkog i metro prevoza već su isplanirali svoju 5G strategiju, te su neke od prvih 5G usluga već puštene u rad.

IEC-ov Tehnički komitet TC 106 priprema međunarodne standarde za metode mjeranja i proračuna kako bi procijenili izloženost ljudi električnim, magnetnim i elektromagnetskim poljima. Ovaj komitet objavljuje standard IEC 62232, koji pruža metode za određivanje jačine radiofrekventnog polja u blizini radiokomunikacionih baznih stanica s namjerom da se procijeni izloženost ljudi. Standard uzima u obzir frekvencije i milimetarske valove koje im odgovaraju, a koje se koriste za 5G mreže. Tehnički komitet TC 106 je s IEEE-om osnovao tri zajedničke radne grupe kako bi u budućnosti radili na razvoju međunarodnih standarda za testiranje 5G uređaja.

Pametne karte i virtuelni agenti

Pametno izdavanje karata uveliko se posmatra kao način da se poboljša iskustvo putnika: ukidanje papirnih karata ne samo da donosi uštedu pružaocima usluga željezničkog i metro prevoza, već također ubrzava proces kupovine karata za putnike, pogodniji je za upotrebu, omogućava isporuku dodatnih usluga kao što su ažuriranja putovanja i dobijanje informacija o popunjenošći vagona. Pametne karte mogu se preuzeti preko pametnog telefona ili se mogu spasiti na mikročipu ugrađenom u smart karticu.

Smart Ticketing Alliance (STA) je međunarodno udruženje koje usmjerava koordinirani napor ka globalnoj interoperabilnosti kod izdavanja karata u sektoru za javni prevoz van državnih granica. Poziva se na višestruke ISO/IEC standarde koje su izradili različiti potkomiteti Zajedničkog tehničkog komiteta SC ISO/IEC JTC 1. Tu su, između ostalog, uključeni Potkomitet SC 17 koji priprema standarde relevantne za kartice i sigurnosne uređaje za ličnu identifikaciju (standardi ISO/IEC 7810, ISO/IEC 7812-1, ISO/IEC 7816), Potkomitet SC 6 koji razvija standarde za telekomunikacije i razmjenu informacija između sistema (serija standarda ISO/IEC 8825, ISO/IEC 9594-8) i Potkomitet SC 27 koji objavljuje standarde o informisanju i cyber sigurnosti kao i zaštiti privatnosti (standardi ISO/IEC 9798-2, ISO/IEC 10118-1).

Virtuelni agenti za prodaju karata su također tu. Oni kombinuju blagajnu, automate za prodaju karata i funkcije pozivnog centra. Putnik koji koristi virtuelnog agenta može, preko video veze, razgovarati sa stvarnom osobom u realnom vremenu. Željezničkim kompanijama bi to značilo da se centralna grupa zaposlenika može baviti problemima putnika, čime bi se uštedjeli troškovi.





© lumineq.com

Agenti bi mogli nuditi savjete vezane za kupovinu karata na različitim jezicima pa čak i da povezuju osoblje sa stanicama koje imaju manje posla sa zaposlenima na stanicama u vrijeme najgušćeg saobraćaja. Za putnike bi prednosti bile ljudski kontakt u kombinaciji sa neposrednom blizinom prodajnog mjesa kao i brzina automata za kupovinu karata. IEC-ov Tehnički komitet TC 100 priprema relevantne standarde za video, audio i multimedijalne sisteme.

Klima, inteligentno osvjetljenje i pametni prozori

S obzirom da se globalno zagrijavanje sve više intenzivira, klimatizacija u vozovima, tramvajima i metroima postaje imperativ da bi se poboljšala udobnost putnika. Sistemi za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju (*Heating, Ventilation and Air-Conditioning - HVAC*) u vozovima se često sastoje od više invertorskih kondenzacijskih jedinica i sekcija isparivača montiranih na vrhu voza ili ispod podvozja, iako se mogu montirati i na bočnu stranu. Sistemi se također mogu podijeliti tako da se hlađenje distribuira iz plafona unutar kabine, a toplota se distribuira s poda. HVAC sistemi moraju biti posebno efikasni kod ventilacije vagona u metrou, ne samo da bi putnicima osigurali kvalitetan vazduh, već i iz sigurnosnih razloga u slučaju požara ili drugih hitnih slučajeva. IEC-ov Tehnički komitet TC 61: Sigurnost kućanskih i sličnih električnih aparata, oformio je potkomitet za razvoj sigurnosnih standarda za klimatizacijske uređaje. Potkomitet SC 61D izdaje standard IEC 60335-2-40, koji, naprimjer, utvrđuje zahtjeve za električne topotne pumpe, klima-uređaje i odvlaživače.

Progresivni pružaoci usluga željezničkog i metro prevoza počinju u vagone uvoditi inteligentne sisteme osvjetljenja koji prilagođavaju stepen i ton osvjetljenja prema dobi dana. Nekolicina pružalača usluga za prevoz u podzemnim željeznicama postavljaju LED svjetla duž ivice platformi jer su ona energetski efikasnija i ne treba ih tako često mijenjati. Štaviše, RATP, francuska grupa u državnom vlasništvu koja

upravlja javnim prevozom u regionu Pariza, nada se da će uspjeti da se 302 metro stanice i 66 RER prigradskih željezničkih stanica opremi sa Li-Fi, uslugom koja je nalik Wi-Fi usluzi gdje se podaci mogu prenositi preko LED svjetla umjesto Wi-Fi radiosignalima. Uz pomoć ove tehnologije moguće je prenositi podatke velikim brzinama u cijelom području vidljive svjetlosti kao i u ultraljubičastom i infracrvenom talasnom području. Ova tehnologija ima mnoge prednosti u odnosu na Wi-Fi, uključujući nepostojanje elektromagnetičnih smetnji. Također je mnogo brža. IEC-ov Tehnički komitet TC 34 izrađuje standarde za sijalice i prateću opremu, uključujući LED svjetla. Potkomitet SC 34A objavljuje standard IEC 62031 koji, naprimjer, utvrđuje sigurnosne zahtjeve za LED diode. IECQ je napravio shemu za certifikaciju LED osvjetljenja koja osigurava da proizvođači i dobavljači elektronskih komponenti koje se koriste u proizvodnji LED sijalica i rasvjetnih tijela ispunjavaju odgovarajuće zahtjeve u pogledu pouzdanosti, sigurnosti i ekonomičnosti.

Nekolicina tramvajskih sistema usvojila je tehnologiju gdje se prozori mogu elektronski zatamniti pomoću folije od suspendovanih čestica koja se nanosi na staklo. Kada se elektronski aktivира, svjetlost može prodrijeti, ali kada se napajanje isključi vraća se u prvobitno stanje. Nivo transparentnosti se može automatski podešiti kroz senzore temperature ili svjetlosti u samom prozoru. Folija može blokirati 90% ulazne toplote, čime se smanjuje potrošnja HVAC uređaja, i 99,9% ultraljubičastog svjetla, čime se unutrašnjost tramvaja štiti od blijedeњa.

Neki sistemi podzemne željeznice predlažu upotrebu drugačijeg tipa pametnog prozora, tj. onog na kojem se prikazuju informacije ili videi. Jedna od tehnologija koje bi se moglo koristiti za ovu vrstu video displeja je providna organska svijetleća dioda (*Transparent Organic Light Emitting Diode - TOLED*). IEC-ov Tehnički komitet TC 110 priprema standarde za elektronske displeje i objavio je veliki broj standarda koji se tiču OLED tehnologije.



Pametne stanice

Pametne stanice koriste tehnologiju za povećanje zadovoljstva putnika, istovremeno povećavajući održivost i sigurnost. U velikim gradovima stanice nisu samo proste tačke dolaska ili odlaska putnika. Također su ogromni trgovački i zabavni centri i nude dodatne usluge kao što su sportski sadržaji (tenis, skvoš, itd...), kina, restorani, pa čak i diskoteke! Da bi se osiguralo da se takve aktivnosti odvijaju u najsigurnijem mogućem okruženju koriste se različiti IEC standardi. IEC-ov Tehnički komitet TC 76 priprema standarde za sigurnost optičkog zračenja i lasersku opremu. Jedan od važnih standarda ovog komiteta je i standard IEC 62471-5 koji se primjenjuje za sigurnost projektor-a slike. IEC-ov Tehnički komitet TC 61 objavljuje blizu 300 standarda o sigurnosti kućanskih i komercijalnih aparata, kao što su mikrovalne pećnice, industrijske mašine za pranje veša, itd...

Stanice također trebaju poslužiti da se na najmanji mogući nivo smanji potrošnja energije i emisija gasova s efektom staklene baštice. Pokretne stepenice ili liftovi koji se upotrebljavaju na željezničkim stanicama na više nivoa mogu potrošiti ogromnu količinu električne energije. IEC-ov Tehnički komitet TC 2 priprema standarde za rotirajuće mašine. Ovi motori se koriste u mnogim uređajima, uključujući liftove i pokretnе stepenice. Tehnički komitet TC 2 objavljuje seriju standarda IEC 60034, gdje rangiraju elektromotore prema njihovoj energetskoj efikasnosti. Ovi standardi su uveliko prihvaćeni širom svijeta i regulatorna tijela često ovaj sistem klasifikacije uzimaju u obzir. Pametni sistemi rasvjete i LED diode mogu uštedjeti energiju. Madridski sistem podzemne željeznice koristi LED rasvjetu kako bi smanjili troškove energije na svim svojim podzemnim stanicama.

Neke stанице se napajaju kroz sisteme koji koriste energiju iz obnovljivih izvora. Željeznička stanica Guwahati u Asamu u Indiji u potpunosti radi na solarni pogon. Dnevno preveze oko 20 000 putnika i ima krovne solarne panele priključene na mrežu koji zadovoljavaju njene potrebe za električnom energijom. IEC-ov Tehnički komitet TC 82 objavljuje standarde koji se odnose na solarne fotonaponske (PV) energetske sisteme kao što je serija standarda IEC 60904 o mjerjenju fotonaponskih uređaja.

Stanice su također putna čvorišta koja povezuju ljudе s drugim vrstama transporta u procesu koji se sve više odvija bez ikakvih prekida. Mnoge stанице nude takozvane "od vrata do vrata" usluge za prevoz prtljaga putnika koji putuju na aerodrome ili na druge stанице. Zahvaljujući televiziji zatvorenog kruga, analizi podataka i skladištenju u oblaku, neke stанице grade ono što bi na kraju moglo postati zajednička baza podataka gdje se sistematski čuvaju podaci o kriminalnom ponašanju putnika i koriste za sprječavanje ponavljanja zločina. Brojni standardi Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1 brinu se da ove nove tehnologije ispunjavaju odgovarajuće nivo sigurnosti i performansi.



Pomoć osobama s invaliditetom

Učiniti vozove i stanice pristupačnjim ljudima s invaliditetom jedan je od ciljeva pametne željezničke tehnologije. Neki od primjera su senzori koji automatski blokiraju vrata dok invalidska kolica ne uđu u vagon, glasovne obavijesti koje pomažu putnicima s oštećenim vidom ili uređaji kojima se upravlja pomoću glasovne naredbe na vratima za naplatu karata.

IEC je osnovao sistemski komitet (SyC) koji ima za cilj da podstakne standardizaciju proizvoda, usluga i sistema koji su osmišljeni da pomognu osobama s invaliditetom i starijim osobama da žive što nezavisnije. Sistemski komitet za Aktivni potpomognuti život (*Active assisted living - AAL*) pruža globalni okvir za razvoj standarda unutar drugih IEC-ovih tehničkih komiteta koji se odnose na osobe s invaliditetom.

IEC-ov Tehnički komitet TC 47 objavljuje standarde koji su relevantni za senzore, a IEC-ov Tehnički komitet TC 79 objavljuje dokumente koji pokrivaju elektronske alarmne sisteme, a oba pomažu da se poboljša pristupačnost osobama s invaliditetom. Potkomitet 35 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 35: Korisnički interfejsi, objavljuje standard ISO/IEC 30122-1, koji se bavi okvirom i općim uputstvima za korisničke interfejsse kojima se upravlja glasovnim komandama. Fleksibilna elektronika koja se koristi u nosivim uređajima je standardizovana unutar IEC-ovog Tehničkog komiteta TC 110: Štampana elektronika.

Linije velikih brzina

Superbrzih vozova ima posvuda, posebno u Japanu i Kini. Većina njih su električni vozovi s više jedinica (Electric Multiple Unit - EMU) koji se sastoje od samohodnih vagona koji za pogon koriste električnu energiju. Električni voz s više jedinica (EMU) ne mora imati posebnu lokomotivu, pošto su električni

vučni motori ugrađeni u jedan ili više vagona. Mnoge zemlje u svijetu imaju brze željezničke linije koje povezuju velike gradove. U Aziji se koriste maglev vozovi, međutim, prednost ove tehnologije je djelimično umanjena ogromnim troškovima. IEC-ov Tehnički komitet TC 9 priprema standarde za superbrze vozove, uključujući i maglev.

Ovi standardi obuhvataju standard IEC 60850 koji utvrđuje glavne karakteristike napona napajanja sistema vuče koji se koristi u osnovnim primjenama na željeznici, uključujući maglev vozove male brzine. Još jedan standard vezan za maglev vozove je IEC 62520, standard koji se odnosi na linearne induksijske motore za pogon šinskih i drumskeh vozila, uključujući maglev transportne sisteme.

*Hyperloop*¹ sistemi su također jedna od opcija. Ova tehnologija uključuje upotrebu cijevi sniženog pritiska u kojima se kapsule pod pritiskom kreću na vazdušnim ležajevima, a pokreću ih indukcioni motori i aksijalni kompresori. Ovi sistemi, barem u teoriji, omogućavaju znatno brže putovanje ali još uvijek su u fazi idejnog rješenja. Troškovi izgradnje takve vrste sistema bi vjerovatno bili izrazito visoki tako da bi se rizici vezani za izgradnju morali pažljivo razmotriti. Naprimjer, u slučaju nestanka struje trebalo bi razmotriti redundantne sisteme.

Nedavno je formiran Zajednički tehnički komitet CEN-CENE-LEC-a, Evropskog tijela za standardizaciju, kako bi standardizovao hyperloop tehnologiju na način da osigura interoperabilnost između ovih sistema u Evropi. U radu ovog komiteta učestvuje i predsjednik IEC-ovog Tehničkog komiteta TC 9.

¹Hyperloop revolucionarna tehnologija koja se temelji na magnetnoj levitaciji zahvaljujući kojoj se vozilo pogonjeno elektro motorom kreće lebdeći u vakuumskom tunelu. Izvor: <https://tockanai.hr/transformeri/hyperloop-20066/>, 19.8.2022.

Cyber sigurnost za željezničku industriju

Željezničke mreže i drugi transportni sistemi čine dio ključne infrastrukture zemlje, pored elektrana, zdravstvenih usluga ili usluga snabdijevanja vodom. Posebno su osjetljivi na cyber napade, novi oblik kriminala koji ide ruku pod ruku sa sve većom digitalizacijom naših društava.

Sve veće oslanjanje željezničkog prevoza, kako podzemnog tako i nadzemnog, na digitalne i pametne tehnologije dovodi ih u poseban rizik od hakovanja. Digitalni sistemi koji mogu biti pogodeni cyber napadima uključuju kompjuterske sisteme u vozovima, sisteme za kontrolu saobraćaja, kompjuterski bazirano blokiranje i signalizaciju na stanicama i prelazima, sisteme daljinskog mjerjenja na bazi senzora, sisteme za informisanje i zabavu putnika, sisteme za prodaju karata i običnih proizvoda uključujući kancelarijske radne stanice opće namjene i mrežnu infrastrukturu.

Lični podaci putnika mogu se presresti i zloupotrijebiti, a informativne ploče i sistemi u vozu ometati. Što je još gore, vozovi bi se mogli zaustavljati ili čak iskakati iz šina zbog cyber napada.

Neki od primjera cyber kriminalaca koji narušavaju pružanje usluga ili kradu podatke kako bi tražili otkupnine su recimo slučajevi inficiranja kompjutera *Deutsche Bahn* virusom *WannaCry* 2017. godine i blokada belgijskog sistema naplate željezničkog prevoza iste te godine.

Ozbiljniji slučajevi cyber kriminala uključuju, recimo, primjer Poljske iz 2008. godine, gdje su promijenjene skretnice, što je izazvalo iskakanje četiri tramvaja iz šina, a povrijeđeno je 12 ljudi; zatim primjer cyber napada na željezničku kompaniju *Northwest Rail Company* iz SAD-a iz 2012. godine; onda neovlašteni pristup prekidačima i uklanjanje administrativnih naloga u kanadskoj željezničkoj infrastrukturi. U svim ovim slučajevima integritet sigurnosnih sistema bio je ozbiljno narušen.

Ovi slučajevi naveli su IEC-ov Tehnički komitet TC 9 da istraži odnos između sigurnosti i funkcionalne sigurnosti. Ovaj tehnički komitet dao je svoj doprinos aktivnostima radne grupe za rizike koju je osnovao IEC-ov Savjetodavni komitet za sigurnost (*Advisory Committee on Safety - ACOS*). Također je zainteresovan za cyber napade koje treba uzeti u obzir pri procjeni rizika za funkcionalnu sigurnost i funkcionalne mjere sigurnosti koje treba dizajnirati tako da vozovi budu zaštićeni od cyber napada. To podrazumijeva uzimanje u obzir

opasnosti koje nastaju voljnim radnjama kao i nenamjerne nezgode. To također znači da će se funkcionalna sigurnost morati periodično ponovo procjenjivati zbog sve većeg broja novih prijetnji.

Standardi IEC 62443 i ocjenjivanje usaglašenosti

Željeznička industrija se bavi rješavanjem ovog pitanja tako što poboljšava svoju cyber sigurnost. IEC standardi su ključni alati koji će pomoći pružaocima usluga u željezničkom prevozu da odgovore na ovaj izazov. Shift2Rail, inicijativa koja je okupila ključne evropske aktere u željezničkom prevozu radi uspostavljanja jedinstvenog evropskog željezničkog sistema, ispituje načine na koje se različiti aspekti cyber sigurnosti trebaju primijeniti na željeznice. Unutar ove inicijative serija standarda IEC 62443 odabrana je da bude alat koji će omogućiti implementaciju cyber sigurnih procesa.

Standardi koje je objavio IEC-ov Tehnički komitet TC 65 posvećeni su kontrolnim sistemima za industrijsku automatizaciju, koji već koriste druge kritične infrastrukture. Jedna od prednosti ovih standarda je da se bave životnim ciklusima proizvoda i sistema i da pokrivaju procese za ocjenjivanje sigurnosnog rizika.

Ključni koncept koji se koristi u čitavoj seriji ovih standarda je koncept modeliranja prijetnje. On će, između ostalog, pomoći u identifikovanju potencijalnih vektora napada i načine kako ih ublažiti. Očekuje se da će se model prijetnje morati periodično revidirati (najmanje jednom godišnje).

Jedan od načina za ublažavanje prijetnji je uvođenje slojevite odbrambene strategije (koja se naziva i dubinska odbrana) u dizajn proizvoda ili sistema. Svaki drugačiji sloj pruža dodatni odbrambeni mehanizam koji smanjuje rizik od napada na sljedeći sloj. Svaki sloj prepostavlja da prethodni sloj može biti ugrožen.

Standardi imaju vlastiti program certifikacije. IEC je jedina organizacija na svijetu koja pruža međunarodni i standardizovani oblik certifikacije za rješavanje cyber sigurnosti; provodi ga IECEE (IEC-ov sistem shema za ocjenjivanje usaglašenosti za elektrotehničku opremu i komponente). IECEE-ov program industrijske cyber sigurnosti ispituje i certificira cyber sigurnost u sektoru industrijske automatizacije, uključujući i željezničke sisteme.

Drugi niz smjernica za cyber sigurnost dat je u porodici standarda ISO/IEC 27000, koju je objavio Potkomitet 27 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 27. Ovi standardi posebno su relevantni za IT sisteme i bave se aspektima privatnosti i sigurnosti. Oni pružaju horizontalni okvir za zaštitu informacija i može ga koristiti bilo koji IT sistem, bilo gdje.

Serija standarda ISO/IEC 27000 za IT sisteme

Ovi standardi pružaju kriptografske i druge sigurnosne mehanizme, kao, između ostalog, i sigurnosne aspekte upravljanja identitetom, biometrijom i privatnošću. Ovi aspekti postaju sve važniji zahvaljujući uvođenju tehnologije za prepoznavanje lica, zatim tehnologije za pametno izdavanje karata i analizu podataka u željezničkom i pametnom gradskom transportu.

Standardi ISO/IEC 27000 su integrirani u IECQ shemu za odobravanje procesa. Ova shema zadovoljava sve veću potrebu organizacija da pruže nezavisan dokaz o usaglašenosti sa standardom ISO/IEC 27001, koji je jedan od glavnih standarda u seriji, a koji precizira zahtjeve za sisteme upravljanja sigurnošću informacija. Između ostalog, standard daje preporuke u vezi s mjerama koje treba preduzeti radi rješavanje rizika.

Primjeri takvih mjera uključuju verifikaciju dodjele ključeva/lozinki ljudima koji ulaze u zgradu kompanije te provjeru postoji li politika koja reguliše raspolaganje dokumentima kao i osiguravanje dosjeda tokom noći, kako bi se spriječilo da neovlašteno osoblje pristupi osjetljivim informacijama.

Na kraju, ali ne i manje važno, treba napomenuti da član IEC-ovog Tehničkog komiteta TC 9 učestvuje u radu IEC-ovog Savjetodavnog komiteta za sigurnost informacija i privatnost podataka (*Advisory Committee on information security and data privacy - ACSEC*) i doprinosi pripremi IEC-ovog Vodiča 120 o sigurnosnim aspektima. U Vodiču je data kontrolna lista o sigurnosnim temama koje će biti pokrivene u IEC-ovim publikacijama, kao i načini kako ih implementirati. Tehnički komitet je također formirao ad hoc grupu koja će se baviti proučavanjem vodiča i koja će procjenjivati koje od njihovih standarda treba revidirati.

Transformacija željezničkog i metro sistema promjenila je prirodu nekih poslova koji su neophodni za rad ovih mreža koje se brzo razvijaju, s tim da su vještine kompjuterskog programiranja i cyber sigurnosti sve traženije.

Obuka s virtuelnom stvarnošću

Programi obuke za podučavanje studenata već uveliko koriste nove alate. Jedan od primjera je Nacionalna akademija za obuku u području željezničkog saobraćaja (*National Training Academy for Rail - NTAR*), koju djelimično finansira vlada Velike Britanije. U Akademiji postoji oprema za digitalnu signalizaciju, dekonstruisani voz i soba za virtuelnu stvarnost i 3D simulacije. U Lu Ban Institutu za željeznički prevoz velikih brzina na Tajlandu nalazi se najsvremeniji simulator vožnje. Pripravnici u institutu ga koriste da nauče kako da voze brze vozove. Potkomitet SC 24 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 24 priprema standarde za aplikacije virtualne i proširene stvarnosti. Potkomitet SC 29 pokriva kodiranje zvučnih, slikovnih, multimedijalnih i hipermedijskih informacija. Objavili su standard ISO/IEC 23000-13, koji se fokusira na formate podataka korištene za prezentaciju proširene stvarnosti uz pomoć 2D/3D multimedijalnog sadržaja.



Opća zaštita i sigurnost



© liveinternet.com

Dok se prijetnje po cyber sigurnost povećavaju, rizik od drugih oblika napada i dalje je veliki. Podzemne metro linije i nadzemne stanice u velikim gradovima opremljene su kamerama i alarmnim sistemima koji se mogu koristiti za praćenje kriminalaca i za upozorenja u slučaju eksplozije ili požara.

IEC-ov Tehnički komitet TC 79 objavljuje standard IEC 62676-1-1 o općim zahtjevima za sisteme videonadzora. Aktivnosti Tehničkog komiteta TC 79 povezane su s aktivnostima Tehničkog komiteta TC 9 na interfejsima standarda IEC 62676 i na seriji standarda IEC 62580. Ove publikacije, koje je objavio Tehnički komitet TC 9, daju opću arhitekturu multimedijalnih sistema ugrađenih u vozilu koja uključuje videonadzor/CCTV, vozača i usluge koje su usmjerene na posadu kao i na putnike.

Potkomitet 37 Zajedničkog tehničkog komiteta ISO/IEC JTC 1/SC 37 priprema standard ISO/IEC 19794 sastavljen iz 14 dijelova koji se bave različitim aspektima biometrijskih podataka, uključujući i prepoznavanje lica.

Rješavanje problema elektromagnetnih smetnji (EMI)

Na nadzemne i podzemne željeznice se gleda kao na složeno elektromagnetno okruženje. Naprimjer, smetnje izazvane upotreborom opreme za vuču mogu uticati na signalizacijski sistem i prouzročiti potencijalno ozbiljne posljedice.

Željeznička industrija nastoji smanjiti rizik od elektromagnetičnih smetnji (*Electromagnetic Interference - EMI*) kroz procese identifikacije opasnosti i ublažavanja rizika. Elektromagnetna kompatibilnost (*Electromagnetic compatibility - EMC*) između električnih i elektronskih sistema je osnovni preduslov za pouzdan i siguran rad željeznice, lake željeznice i metroa. IEC-ov Tehnički komitet TC 77 objavljuje niz osnovnih standarda koji su relevantni za elektromagnetnu kompatibilnost. Tu je uključena i serija standarda IEC 61000 koja opisuje elektromagnetni fenomen i elektromagnetno okruženje.

Međunarodni specijalni komitet za radio smetnje (*International Special Committee on Radio Interference - CISPR*) pokriva veliko područje primjene i izdaje ogroman broj EMC standarda, uključujući standard CISPR 15, koji se primjenjuje na emisiju radio frekvencijskih smetnji iz transportne rasvjete ugrađene u vozove i autobuse. CISPR SC B standardizuje granice i metode mjerjenja za evaluaciju radiofrekventnih smetnji od visokonaponskih nadzemnih dalekovoda, uključujući električnu vuču kod željeznica i gradski transport. Među njegovim članovima su i članovi IEC-ovih nacionalnih komiteta i nekoliko međunarodnih organizacija, poput Međunarodne telekomunikacijske unije (ITU) i Evropske radiodifuzne unije (EBU).

IEC-ov Tehnički komitet TC 9 objavljuje seriju standarda IEC 62236 koji daju okvir za upravljanje elektromagnetnom kompatibilnošću za željezničke sisteme.



Posebno navodi granice za elektromagnetu emisiju željezničkih sistema u odnosu na vanjski svijet kao i za opremu koja djeluje u okviru željezničkih sistema.

Zaštita od strujnog udara, požara i eksplozije

Elektrifikovane željeznice – bilo da se napajaju putem elektrifikovanog nadzemnog voda ili treće šine postavljene na nivou kolosijeka – koriste različite napone napajanja u zavisnosti od toga je li u pitanju međugradski, gradski ili prigradski željeznički prevoz. Određene električne lokomotive mogu prelaziti na različite napone u zavisnosti od njihovih zahtjeva. IEC je u standardu IEC 60850, koji je objavio njegov Tehnički komitet TC 9, standardizovao dozvoljeni raspon napona. Ovaj tehnički komitet također objavljuje brojne sigurnosne standarde za zaštitu ljudi od strujnog udara: tu je recimo serija standarda IEC 62128 koja utvrđuje sigurnosne odredbe protiv strujnog udara za naizmjeničnu struju (AC) i jednosmjerne (DC) vučne sisteme kao i za sve instalacije koje mogu biti ugrožene sistemom za snabdijevanje vučnom strujom. IEC-ov Tehnički komitet TC 89: Ispitivanje na opasnost od požara, objavljuje standarde koji preciziraju upotrebu električnih i elektrotehničkih proizvoda na način da smanje rizik od opasnosti od požara do podnošljivog nivoa.

IEC-ov Tehnički komitet TC 70 objavljuje standarde za stepene zaštite električne opreme ostvarene pomoću zaštitnih kućišta, i to su uglavnom standardi iz serije IEC 60529 koji se mogu koristiti kod većine tipova električne opreme. Ovi standardi pomažu u sprječavanju ljudi da dođu u dodir s opasnim dijelovima unutar kućišta, kao i za zaštitu opreme smještene u kućištu od štetnih efekata izazvanih, naprimjer, infiltracijom vode ili korozivnim rastvaračima.

Dok sve veći broj lokomotiva u potpunosti ide na električni pogon, mnoge od njih su još uvijek dizel-električne ili gasnoturbinske-električne. Gas i dizel su zapaljivi i postoji mogućnost da iscure i izazovu požar ili eksploziju. Vozovi također prevoze zapaljivu robu, uključujući gorivo ili hemikalije. IEC-ov Tehnički komitet TC 31 objavljuje seriju standarda IEC 60079 koja daje opće zahtjeve za opremu koja se koristi u eksplozivnim (Ex) atmosferama.

Jedan od četiri IEC-ova sistema za ocjenjivanje usaglašenosti, IECEx (IEC-ov sistem za certifikaciju prema standardima koji se odnose na opremu za upotrebu u eksplozivnim atmosferama) ima uspostavljene mehanizme koji omogućavaju da uređaji koji se koriste u Ex okruženjima kao i ljudi koji rade na Ex lokacijama ostanu sigurni.

Održivi vozovi, podzemne željeznice i tramvaji

Iako se uglavnom smatra da su vozovi, podzemne željeznice i tramvaji ekološki prihvatljiviji od drugih oblika transporta, još ima mesta za poboljšanja. Međunarodna željeznička unija UIC provodi nekoliko projekata za smanjenje emisije CO₂ u željezničkom transportu tako što primjenjuju niz mera koje se tiču energetske efikasnosti i iskorištavanja energije.

Članice UIC-a i Grupa za lobiranje Zajednice evropskih željeznica i infrastrukturnih kompanija (*Community of European Railway and Infrastructure Companies - CER*) su u decembru 2010. godine podržale izradu strategije Kretanje ka održivoj mobilnosti za evropski željeznički sektor. Cilj ove strategije je da osigura jedinstven pristup ekološkim i temama održivosti u evropskom željezničkom sektoru. Ona opisuje načine na koje ova industrija treba dostići ciljeve za zaštitu životne sredine za 2030. i 2050. godinu.

Iskorištavanje energije i poboljšana energetska efikasnost

Prema UIC-u, energetska efikasnost predstavlja najdirektniji način da se smanji emisija CO₂ i da se omogući jaka ekološka djelotvornost kao podrška strategiji održivosti UIC-CER-a. Mnogi IEC standardi pomažu pružaocima usluga u željezničkom prevozu da postanu energetski efikasniji.

Član IEC-ovog Tehničkog komiteta TC 9 učestvuje u radu IEC-ovog Savjetodavnog komiteta za energetsku efikasnost (*Advisory Committee on energy efficiency - ACEE*) i daje svoj doprinos u izradi IEC-ovog Vodiča 118 i IEC Vodiča 119, koji se bave aspektima energetske efikasnosti i kako te aspekte treba uključiti u IEC-ove publikacije. IEC je osnovao ad hoc grupu koja proučava oba vodiča i koja procjenjuje potrebu za uključivanjem zahtjeva energetske efikasnosti u njihove standarde.

Vozovi i metrovi već uveliko koriste regenerativno kočenje, mehanizam u kojem elektromotor koristi inerciju vozila da povrati energiju koja bi se inače na kočionim diskovima izgubila kao toplostanje. Ova tehnika prikupljanja odnosno iskorištavanja energije (*Energy Harvesting - EH*) omogućava da se dodatna energija odmah iskoristi za napajanje, naprimjer, klima-uređaja ili da se sačuva za kasniju upotrebu. Neke željeznice čak vraćaju višak proizvedene energije nazad u električnu mrežu. Pored toga, za proizvodnju vozova koriste se novi i lakši materijali, što ih čini energetski efikasnijim.

Također se istražuju i drugi oblici EH tehnika, poput piezoelektrične energije (tj. električni naboj koji se akumulira u

određenim čvrstim materijalima kao odgovor na primjenjeni mehanički stres, odnosno naprezanje). U Izraelu je jedna kompanija na željezničke šine postavila piezoelektrične ploče koje kada vozovi pređu preko njih generišu električnu energiju. Proizvedena energija dalje se može koristiti za napajanje svjetlosnih signala postavljenih pored pruge, itd... IEC-ov Tehnički komitet TC 49 priprema standarde za piezoelektrične uređaje. IEC-ov Tehnički komitet TC 47 osnovao je radnu grupu koja objavljuje standarde za poluprovodničke uređaje za transfer i konverziju energije, koji uključuje i prikupljanje energije. Serija standarda IEC 62830 pripremila je teren za različite vrste prikupljanja, odnosno iskorištavanja energije, bilo da je u pitanju piezoelektrična, termoelektrična energija, itd...



Ponovo je ocijenjeno da je istosmjerna struja (*direct current – DC*) energetski efikasniji način pogona vozova. Dok su se 1990-ih, već postojeći sistemi vozova koji koriste jednosmjernu struju DC nadogradili u sisteme naizmjenične struje (AC), pružaoci usluga u željezničkom saobraćaju sada smatraju da je energetski efikasnije da jednostavno nadgrade stare sisteme jednosmjerne struje na sisteme višenaponske jednosmjerne struje. Pri pretvaranju iz jednosmjerne u naizmjeničnu struju i opet nazad uopće se ne gubi energija. IEC-ov Tehnički komitet TC 8: Sistemski aspekti za snabdijevanje električnom energijom, objavljuje standarde koji su relevantni za ukupne sistemske aspekte sistema snabdijevanja električnom energijom. Komitet se bavi održavanjem horizontalnih publikacija o naponima, naprimjer IEC 60038 za standardne napone za DC i AC sisteme.

Određeni pružaoci usluga u željezničkom prevozu testiraju i superprovodne kablove. Superprovodnici su materijali koji ne pružaju otpor protoku jednosmjerne struje na ekstremno niskim temperaturama i koji ostvaruju minimalne gubitke kada su izloženi naizmjeničnoj struci. IEC-ov Tehnički komitet TC 20 priprema standarde za električne kablove. U saradnji s

IEC-ovim Tehničkim komitetom TC 90: Superprovodljivost, ovaj komitet je izradio novi standard za superprovodljive kablove, tj. standard IEC 63075, koji utvrđuje metode ispitivanja za superprovodljive kablove naizmjenične struje.

Vozila i baterije na hidrogen

Pored globalnih npora da se smanji upotreba električnih motora na dizel i gas tako što će se postepeno zamjenjivati potpuno elektrificiranim motorima, neki pružaoci usluga u željezničkom prevozu smatraju hidrogen zamjenskim izvorom energije. Jedan od najvećih proizvođača u ovoj industriji u Evropi demonstrirao je ono za šta se tvrdi da je prvi svjetski voz na hidrogenske gorive ćelije. Gorive ćelije pretvaraju hidrogen i kiseonik u električnu energiju, što spada u izuzetno čist oblik proizvodnje električne energije koja ne izaziva pojavu nikakvih emisija, osim vodene pare. IEC-ov Tehnički komitet TC 9 radi na razvoju novog standarda, IEC 63341-1, koji specificira gorive ćelije za pogon vozova kao i svih vrsta transporta koje uključuju željeznička vozila, uključujući laka šinska vozila, tramvaje i podzemne željeznice.



Jedna od državnih željezničkih korporacija u Kini započela je upotrebu komercijalnog tramvaja na gorive ćelije. Ostale korporacije fokusiraju se na hibridne gorive ćelije i rješenja zasnovana na superkondenzatorima. Superkondenzatori se koriste da osiguraju jaku struju potrebnu za pokretanje tramvaja, dok ulogu glavnog izvora energije čim voz kreće preuzima hidrogen. Superkondenzatori imaju snagu veoma visoke gustoće i mogu se brzo i neprekidno puniti i prazniti. IEC-ov Tehnički komitet TC 105: Tehnologije gorivih ćelija, priprema standarde za gorive ćelije koje se koriste u transportu, dok IEC-ov Tehnički komitet TC 40 objavljuje publikacije za kondenzatore, uključujući superkondenzatore, i otpornike za elektronsku opremu.

Regenerativno kočenje može se koristiti za napajanje pružnog sistema za skladištenje energije, koji mogu da apsorbuju velike izlive energije u kratkom vremenskom roku. Američka kompanija US Long Island Rail Road koristi superkondenzatore u pružnim jedinicama koje sakupljaju i skladište energiju dobijenu pri kočenju vozova. Ovi sistemi omogućavaju održavanje napona sistema za snabdijevanje vučnom strujom kada je potrebno izvršiti ubrzanje. Ovim se smanjuje potrošnja energije i poboljšava energetska efikasnost. Metroi u Koreji također koriste ovu tehnologiju superkondenzatora za rekuperaciju kočne energije.

Jedna od opcija za napajanje vozova je također upotreba baterija, odnosno akumulatora. Određene kompanije su razvile tehnologiju brzog punjenja baterija koja im omogućava da ih koriste umjesto dizel-električnog motora. U Velikoj Britaniji, tramvaji lake željeznice napajaju se iz baterije, kao recimo u Cardiffu. IEC-ov Tehnički komitet TC 21 priprema standarde za sekundarne ćelije i baterije, posebno za vuču. Povezan je s IEC-ovim Tehničkim komitetom TC 9 koji radi na vučnim baterijama za vozove i podzemnu željeznicu, s obzirom da TC 9 izrađuje vlastite standarde za baterije.

Baterije sadrže hemijske supstance, a u njima se odvijaju električni procesi koji, ako ne funkcionišu kako treba, mogu biti opasni po život i okruženje te bi mogli potencijalno dovesti do zapaljenja i eksplozije. IECEE omogućava ispitivanje sigurnosti baterija, njihovih performansi, interoperabilnosti komponenti, energetske efikasnosti, elektromagnetne kompatibilnosti, te opasnih materija, hemikalija i sigurnosti od eksplozije.

IEC-ov Tehnički komitet TC 111 priprema horizontalne ekološke standarde za električne i elektronske proizvode i sisteme. On objavljuje veliki broj publikacija koje omogućavaju proizvođačima i dobavljačima da odrede nivo većine zagađujućih hemikalija u elektrotehničkim proizvodima. Također objavljuje smjernice za informacije na kraju životnog vijeka proizvoda koje daju proizvođači i kompanije koje se bave reciklažom. Ove smjernice predlažu načine za izračunavanje stope reciklaže električne i elektronske opreme. Također se odnose na baterije kao i na većinu elektrotehničkih uređaja i sistema koji se koriste u vozovima.

Snaga iz obnovljivih izvora energije

Električna energija koja se dovodi do vozova preko nadzemnih vodova ili preko trećeg elektrificiranog voda dolazi iz električne mreže. Kako se povećava nivo obnovljive energije koja se napaja u električnu mrežu, tako raste i nivo obnovljive energije koja se isporučuje vozovima. Naprimjer, u Holandiji željezničke pruge uglavnom se pokreću uz pomoć vjetroenergetskih sistema.

Jedan od primjera je voz koji se za kratko putovanje od tri km direktno napajao iz solarnih panela koji su bili montirani na njegovom krovu. Pružna solarna energija koja se generiše iz solarnih panela postavljenih u blizini željezničke pruge, također je u procвату. IEC-ov Tehnički komitet TC 82 priprema standarde za solarne fotonaponske energetske sisteme, uključujući samostalne off-grid sisteme.

IEC-ov Tehnički komitet TC 57 izrađuje niz standarda koji olakšavaju integraciju obnovljivih izvora energije u električnu mrežu. IEC-ov Tehnički komitet TC 88 razvija standarde u oblasti vjetroagregata, uključujući vjetroturbine, vjetroelektrane kao i standarde za interakciju s električnim sistemima u koje se energija isporučuje. IEC također izrađuje stotine standarda koji se odnose na prenos električne energije, koje objavljuje nekolicina njegovih tehničkih komiteta, uključujući Tehnički komitet TC 11: Nadzemni vodovi, Tehnički komitet IEC TC 14: Energetski transformatori, ili Tehnički komitet IEC TC 17: Visokonaponska sklopna i upravljačka oprema, da spomenemo samo neke.

Jedan od četiri IEC-ova sistema za ocjenjivanje usaglašenosti, IECRE (IEC-ov sistem za certifikaciju standarda koji se odnose na opremu za upotrebu u oblasti obnovljive energije) omogućava proizvođačima i dobavljačima energije iz obnovljivih izvora da provjere da su njihovi proizvodi izrađeni prema postojećim standardima.

Smanjenje nivoa buke

Pružaoci usluga u željezničkom prevozu se također bore da smanje nivo buke i za to koriste nekoliko tehnologija, od sistema šinskih amortizera, gdje se s obje strane kolosijeka postavljaju gume pa do postavljanja optimizovanih podložnih ploča. Istražuje se i upotreba novih legura magnezija koje će voz učiniti lakšim i tišim. Grafen i karbonske nanocijevi bi također mogli doprinijeti rješavanju ovog problema. IEC-ov Tehnički komitet TC 113: Nanotehnologija za elektrotehničke proizvode i sisteme izrađuje standarde u ovoj oblasti. IEC-ov Tehnički komitet TC 29: Elektroakustika, razvija standarde koji se odnose na instrumente za mjerjenje buke.

IEC standardi = sigurni, održivi i pristupačni željeznički sistemi

Željeznički, metro i tramvajski sistemi zahvaljujući IEC međunarodnim standardima postaju sve pametniji. Ovi sistemi ostvaruju napredak na globalnom nivou jer nude sve veće prednosti u pogledu održivosti i zadovoljstva putnika. IEC standardi ne samo da omogućavaju ovim sistemima da budu

energetski efikasniji i poboljšaju svoj ekološki otisak, oni također utiru put za značajne uštede troškova te istovremeno omogućavaju da ova vrsta transporta ostane sigurna i pouzdana.



O IEC-u

Ključni podaci

172

člana i afilijanta

>200

tehničkih komiteta

20 000

eksperata iz industrije, laboratorija za ispitivanje i istraživanje, vlada, akademskih zajednica i potrošačkih grupa

>10 000

objavljenih međunarodnih standarda

4

globalna sistema za ocjenjivanje usaglašenosti

>1 million

milion izdatih certifikata o ocjenjivanju usaglašenosti

>100

godina ekspertize

IEC, sa sjedištem u Ženevi, Švicarska, vodeći je svjetski izdavač međunarodnih standarda u području električne i elektronske tehnologije. Oni su globalna, nezavisna, neprofitna, članska organizacija (finansira se od članarina i prodaje). IEC obuhvata 173 zemlje koje predstavljaju 99% svjetske populacije i proizvodnje energije.

IEC daje globalnu, neutralnu i nezavisnu platformu gdje 20000 eksperata iz privatnog i javnog sektora sarađuje na izradi najsvremenijih, globalno relevantnih IEC međunarodnih standarda koji predstavljaju osnovu za ispitivanje i certifikaciju, i podržavaju ekonomski razvoj, štite ljudе i životnu sredinu.

Rad IEC-a utiče na oko 20% globalne trgovine (po vrijednosti) i razmatra aspekte kao što su sigurnost, interoperabilnost, performanse i ostali najvažniji zahtjevi za širok spektar tehnoloških oblasti, uključujući energetiku, proizvodnju, transport, zdravstvenu zaštitu, domove, zgrade ili gradove.

IEC primjenjuje četiri sistema za ocjenjivanje usaglašenosti i pruža standardizovan pristup ispitivanju i certifikaciji komponenti, proizvoda, sistema, kao i stručne sposobnosti osoba.

IEC-ov rad ima ogroman značaj za sigurnost, kvalitet i upravljanje rizikom. Pomaže da se izgrade pametniji gradovi, podržava teoriju univerzalnog pristupa energiji i poboljšava energetsku efikasnost uređaja i sistema. Omogućava industriji da dosljedno izrađuje bolje proizvode, pomaže vladama da osiguraju dugoročnu održivost infrastrukturnih investicija te pruža veću sigurnost investitorima i osiguravajućim društvima.



Globalna mreža od 173 zemlje koja obuhvata 99% svjetske populacije i proizvodnje električne energije.



Nudi program za pridruživanje kako bi podstakao zemlje u razvoju da se besplatno uključe u IEC.



Razvija međunarodne standarde i primjenjuje četiri sistema za ocjenjivanje usaglašenosti kako bi verifikovao da elektronički i električni proizvodi rade na siguran način, u skladu sa svojom namjenom.



IEC-ovi međunarodni standardi predstavljaju globalni konsenzus o vrhunskom znanju i stručnosti.



Neprofitna organizacija koja omogućava globalnu trgovinu i univerzalni pristup električnoj energiji.

Dodatne informacije

Za dodatne informacije posjetite web-stranicu IEC-a na www.iec.ch. U dijelu stranice "O nama", možete direktno kontaktirati vaš lokalni IEC Nacionalni komitet ili kontaktirajte IEC-ovu Centralnu kancelariju u Ženevi, Švicarska, ili najbliži IEC-ov regionalni centar.

Glavna kancelarija

IEC – International Electrotechnical

Commission

Central Office

3 rue de Varembé

PO Box 131

CH-1211 Ženeva 20

Švajcarska

T +41 22 919 0211

info@iec.ch

www.iec.ch

Regionalne kancelarije IEC-a

IEC-AFRC – Afrički regionalni centar
7. sprat, blok jedan, Eden Square
Chiromo Road, Westlands
PO Box 856
00606 Nairobi
Kenija

T +254 20 367 3000 / +254 20 375 2244
M +254 73 389 7000 / +254 70 493 7806
Fax +254 20 374 0913
eod@iec.ch
fya@iec.ch

IEC-APRC – Centar Azijsko-pacičkog
regiona
2 Bukit Merah Central #15-02
Singapur 159835

T +65 6377 5173
dch@iec.ch

IEC-LARC – Regionalni centar za
Centar za Latinsku Ameriku
Av. Paulista, 2300 – Pilotis Floor – Cerq.
César
Sao Paulo – SP – CEP 01310-300
Brazil

T +55 11 2847 4672
as@iec.ch

IEC-ReCNA – Regionalni centar za
Sjevernu Ameriku
446 Main Street, 16th Floor
Worcester, MA 01608
USA

T +1 508 755 5663
Fax +1 508 755 5669
tro@iec.ch

IEC Sistemi za ocjenjivanje

usaglašenosti

IECEE / IECRE
c/o IEC – International Electrotechnical
Commission
3 rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Ženeva 20
Švajcarska
T +41 22 919 0211
secretariat@iecee.org / secretariat@iecre.org
www.iecee.org / www.iecre.org

IECEx / IECQ

The Executive Centre
Australia Square, Level 33
264 George Street
Sydney NSW 2000
Australia

T +61 2 4628 4690
Fax +61 2 4627 5285
info@iecex.com / info@iecq.org
www.iecex.com / www.iecq.org

ISBIH

Institut za standardizaciju Bosne i Hercegovine

Trg Ilidžanske brigade 2B
71123 Istočno Sarajevo
Bosna i Hercegovina
Tel: +387 (0) 57 310 560
Fax: +387 (0) 57 310 575

stand@isbih.gov.ba
www.isbih.gov.ba



® Registered trademark of the
International Electrotechnical Commission
Copyright © IEC, Geneva, Switzerland