

Hitzaurrea

Definizioz, potentzia-elektronika, energia elektrikoaren forma eta fluxua era kontrolatuan bihurtzea ahalbideratzen duen teknologia da. Horrela, korronte jarraitua alternora bihurtzeko eta alderantziz, baita korronte- eta tentsio-mailak aldatu ere. Gaur egun, potentzia-elektronika, berebiziko garrantzia duten hainbat sektoreen garapenerako berebiziko diziplina da, hala nola energia berriztagarrietarako, garraioaren elektrifikaziorako, energia elektrikoaren transmisio eta distribuziorako, potentziaren kalitaterako eta energiaren metaketarako, besteak beste. Gizarte modernoetan potentzia-elektronikak duen garrantzia hain da handia, herrialde bakoitzak erabiltzen duen potentzia-elektronika sistemen kopuruaren arabera defini daitekeela herrialde baten garapen-maila.

Historikoki, potentzia-elektronika 1902. urtean abiatu zen merkurio-arkuzko artezgailuarekin. Gailu horren bidez korronte alternoa korronte jarraitua bihurtzea ahalbideratu zen. Ondoren, potentziaren transmisiorako erabiliko ziren merkurio-arkuzko balbulak asmatu ziren. Hala ere, teknologia horren aurrerapausorik handiena gailu erdieroaleen garapenarekin gertatu zen. 1950. urtean garatu ziren erdieroaleetan oinarritutako lehenengo potentzia-diodoak, eta hortik aurrera balbulak ordezkatzeko hasi ziren. Beste mugarri garrantzitsu bat izan zen tiristorearen asmakuntza (*SCR: Silicon Controlled Rectifier*) 1956. urtean. Bestalde, potentziako transistore bipolarrak (*BJT: Bipolar Junction Transistor*) 60ko hamarkadan asmatu ziren, eremu-efektuzko transistorea (*FET: Field Effect Transistor*) 70eko hamarkadan eta ate isolatutako transistore bipolarra (*IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor*) 1982. urtean. Gaur egun, potentzia-sistema elektronikoko gehienak gailu horietan edota gailu horien aldaeretan oinarritzen dira, normalean silizioan oinarritutako teknologiarekin garatutakoak. Azken hamarkadan banda zabaleko erdieroaleetan (*WBG: Wide Bandgap*) oinarritutako gailuak merkaturatu dira, hala nola silizio karburozko (SiC) eta galio nitrurozko (GaN) gailuak. Gailu horiek maiztasun askoz ere handiagoetan kom-

muta dezakete; horri esker, potentzia-bihurgailuetan iragazpenerako erabiltzen diren elementuen tamaina eta pisua murriztu egin daiteke. Bestalde, siliziozko gailu tradizionalak baino tenperatura altuagoetan lan egin dezakete. Banda zabaleko gailu erdieroaleen konmutazio-abiadura altuaren ondorioz, interferentzia erradiatuak sortzen dituzte eta nahi ez diren akoplamentuak sor daitezke. Azken horrek, banda zabaleko teknologian oinarritutako potentzia-bihurgailuen diseinua zaildu egiten du. Hala ere, horien abantailak direla-eta, pixkanaka gailu horiek merkatu-kuota irabazten ari dira. Adibide bezala, eguzki energian erabiltzen diren inbertsore gehienak banda zabaleko gailu erdieroaleetan oinarritzen dira.

Potentzia-elektronikan gailu erdieroaleek konmutazio-erregimenean egiten dute lan, hori da, ebaketa-egoeran (off) edota saturazio-egoeran (on) edo, beste era batera esanda, etengailu itxiak edo irekiak balira bezala. Lan-baldintza horietan, gailu erdieroaleak ez daude,aldi berean, korrante-eta tentsio-maila altuen menpe; ondorioz, galerak ez dira oso handiak. Ebaketa-egoeran, gailuen galerak arbuigarriak dira, korrantea ia zero baita. Bestalde, kondukzio-galerak daude, gailu erdieroaleen tentsio-erorketaren ondorioz sortzen direnak, gailuak korrantea garraiatzen ari direnean. Tentsio-erorketa hori txikia bada ere (1-2 V ingurukoa), ez da nulua. Bestalde, trantsizioetan (ebaketa-egoeratik saturazio-egoerara edo alderantziz) bi magnitudeak tentsioa eta korrantea altuak izan daitezke aldi berean eta aldiuneko potentzia-galera handiak sor daitezke. Hala ere, trantsizio horiek oso azkarrak izan ohi dira normalean eta galera horien batezbesteko balioa askoz txikiagoa. Azken galera horiek konmutazio-galerak dira, konmutazio-maiztasunaren menpekoak. Potentzia-bihurgailu baten errendimendua gailu erdieroaleetan gertatutako galeren menpekoa da, batez ere, hori da, kondukzio- eta konmutazio-galeren menpekoa. Potentzia baxuko bihurgailuetan (100 W artekoetan) % 85etik gorako errendimenduak lortu ohi dira; aldiz, errendimenduak askoz handiagoak dira potentzia-bihurgailu handietan. Adibidez, MW mailako potentzia altuko bihurgailuetan errendimenduak % 98-99 bitartean izaten dira.

Maiztasun altuetan kommuta dezakete gailu erdieroaleek (ehunka Hz-tik Mhz-ra). Ondorioz, sintetizatu nahi diren maiztasun baxuko osagaie-tatik oso urrun geratzen dira zarata bezala kontsideratzen diren maiztasun altuko osagaiak. Horri esker, nahikoa erraza da desiratutako maiztasun baxuko osagaiak lortzea iragazketari esker. Hala ere, konmutazioen eraginez sortutako uhindura hondarrak geratzen dira. Uhinaren kalitatea kuantifikatzeko zenbait parametro daude; horien artean, distortsio harmoniko totala (THD: *Total Harmonic Distortion*) edota THD pisatua (WTHD: *Weighted Total Harmonic Distortion*) dira erabilienak.

Potentzia-bihurgailuei dagokionez, korranteak eta tentsioak bihurtzeko hainbat topologia aurki daitezke (AC-DC, DC-AC, DC-DC y AC-AC). Gailu erdieroaleez aparte, osagai pasiboak izaten dituzte bihurgailuak, hori

da, induktantziak, kondentsadoreak edota transformadoreak (oro har, erresistentziak izan nahi ez diren elementuak dira, galerak sortzen baitituzte). Bihurgailuen zenbait topologiek potentzia-gailu erdieroale bakarra behar dute; aldiz, beste batzuek hainbat gailu behar dituzte, bereziki maila anitzeko CHCB (*Cascade H-Bridge Converter*) eta MMC (*Modular Multi-level Converter*) bihurgailuek.

Azpimarratu beharra dago, azken hamarkadetako potentzia-elektronikaren garapena prozesagailu digital (*DSP: Digital Signal Processor*) geroz eta indartsuagoen garapenarekin batera gertatu dela. Prozesadore horiei esker, aplikazio horietan beharrezkoak diren kontrolerako algoritmo aurreratuak denbora errealean gauzatzea posible izan da.

Beraz, potentzia-elektronika garapen jarraituan dagoen teknologia geroz eta eragin nabarmenagoa dauka gure gizartean. Potentzia-elektronikari esker panel fotovoltaikoek edota aerosorgailuek sortutako potentzia prozesa dezakete baita ibilgailu elektriko eta hibridoen motor elektrikoak eragin ere, baterietatik elikatzen diren bitartean. Bestalde, sistema elektrikoan aldaketa kontzeptual nabarmena ahalbideratzen duen teknologia da, bai garraioari dagokionez, tentsio altuko transmisio jarraituaren bidez (*HVDC: High Voltage DC*) bai sare inteligente eta AC-DC sare hibridoen bitartez ere. Potentzia-elektronikaren beste zenbait esparruk geroz eta eragin handiagoa izango dute itsas garraioan eta aeronautikan. Teknologia horiek guztiek, beraien garapenerako beharrezkoa dute potentzia-elektronikaren garapena.

Josep Pou

Nanyang Technological University, Singapore