

AI för effekthantering



Artificiell intelligens (AI) har börjat användas för smart reglering av effekten i tillämpningar som vindturbiner och solenergisystem.

Vissa konstruktörer kan bedöma det som en rimlig och effektiv lösning. Men den som konstruerar verksamhetskritiska system är kanske ännu inte redo att lägga hela sin konstruktion – och användarnas säkerhet – i händerna på artificiell intelligens. För tillämpningar av det slaget krävs en eller flera lager av redundans och skyddsspärrar.

Den här artikeln ger tre exempel på hur AI används i effekthanteringssystem (Power Management Systems, PMS) och föreslår några reservsystem som kan träda in som en "plan B" om AI-systemet skulle falla ifrån. Lösningar från Texas Instruments, Monnit Corporation, EPC och Intersil tas i bruk för att implementera plan B.

AI inom effekthantering startade när företag som Texas Instruments började gå över till digitala kraftkretsar i slutet av 1990-talet. Det skedde, kan man säga, som svar på att kraftkonstruktörer började använda signalprocessorer. Det blev inledningen till det som idag kallas digital kraft och där föddes en primitiv form av AI. Idag är det många konstruktörer som föredrar arkitekturer där den digitala kraftkretsen har integrerad PM-Bus. Ett exempel är Intersil ISL28023-25 – en omvandlare med hög precision.

KRAFTKONSTRUKTÖRER TVEKADE till en början att använda digital kraft i sina konstruktioner, men i dag är det accepterat av de flesta. AI är nästa stora steg och några tidiga tecken på AI i effekthantering lyftes fram på APEC 2019. Å ena sidan är AI-tekniken ännu i sin utveckling och kraftkonstruktörer bör vara försiktiga med att ta den i bruk i sina PMS-system. Å andra sidan är AI i förlängningen en oundviklig utveckling, så konstruktörerna måste förbereda sig. Problemet idag är risken att drifningen en vacker dag kanske svarar något motsvarande "I'm sorry Dave, I'm afraid I can't do that." I det läget krävs att en plan B finns på plats.

För plan B behöver konstruktörer skapa redundans i konstruktionen eller, ännu hellre, ha ett bergsäkert reservsystem som kan ta över en AI-funktion som inte fungerar som planerat, så att ett



Av Rich Miron, Digi-Key

Atomdrivna ubåtar – det var **Rich Miron**s arbetsområde innan han hittade till Digi-Key. Han testade och kvalificerade deras instrument och styrsystem. Sedan 2007 är han applikationsingenjör på Digi-Key på avdelningen Technical Content där han skriver och redigerar artiklar och blogginlägg, och även träningsmoduler för olika produkter. Sin elektronikutbildning fick han på North Dakota State University.

verksamhetskritiskt system kan fortsätta köras.

Expertsystem, fuzzylogik och artificiella neuronnät (ANN) är några steg som tagits mot AI och som redan gör revolution inom smarta elnät och förnybar energi. AI kan kraftigt förbättra prestanda och adaptivitet hos smarta elnät och förnybar energi, och är dessutom utmärkta exempel på system som är verksamhetskritiska och kan behöva en plan B.

Teknik för smarta elnät ger en unik möjligheten att bygga distribuerade förnybara energisystem och förstärka elnäten med vindkraft, solex och andra förnybara källor.

DESSA ENERGIKÄLLOR kräver energilager som batterier, vätgas, med mera, för att kompensera vid de bortfall i förnybar energi som sker vindstilla dagar och mörka nätter.

Smarta elnät stöder teknik för förnybar energi och är unikt jämfört med kraftnät som bara använder sig av konventionella energikällor i att det finns så många variabler, till exempel en ständig varierande tillgång och efterfrågan i eldistributionssystemet. Det smarta nätet hanterar den här variationen genom användning av smarta mätare i hela nätet som hjälper till att optimera energi-

genereringen och leverera energi till området med störst efterfrågan, och samtidigt se till att områden med lägre efterfrågan fungerar effektivt.

Det här är en komplex uppgift och AI kan hjälpa till att optimera generering, lagring och distribution av vindenergi på effektivast möjliga sätt.

En av huvudtillämpningarna som kan tjäna på AI i ett vindkraftgenereringssystem är MPPT-funktionen (Maximum Power Point Tracking) som visas i figur 1.

I figur 1 finns det två typer av MPPT-styrenheter: MPPT-1 och MPPT-2. Båda MPPT:erna använder fuzzyinferenssystem (FIS) av Mamdani-typ för att skapa ett styrsystem. Mamdani är bara en av många fuzzylogikmetoder som kan användas som AI-system.

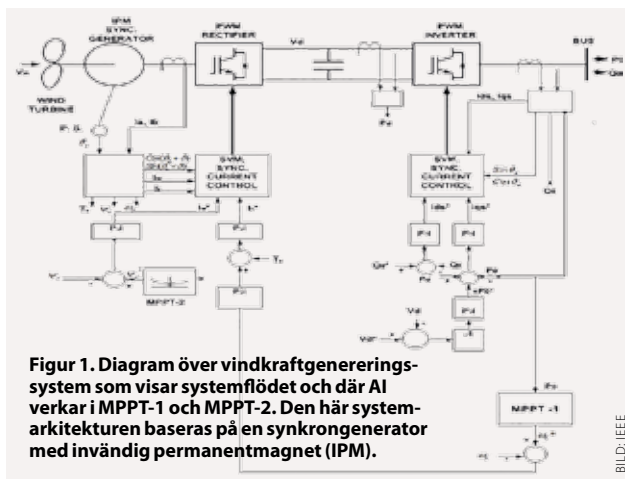
I MPPT-1 FINNS en fuzzylogikstyrenhet (FLC) som används till att justera turbinhastigheten för att fastställa maximal effekt genom optimering av turbinens aerodynamiska effektivitet. Också MPPT-2 har en FLC, i det här fallet för att optimera generatorstatorflödet för att få dess maxeffekt vid låg last.

MPPT-funktionerna är fortfarande sådana att de definitivt kräver en plan B.

Användning av AI leder utan tvekan till bättre MPPT-lösningar för vindkraft. Det finns inte många bättre (kanske inga alls) på marknaden just nu.

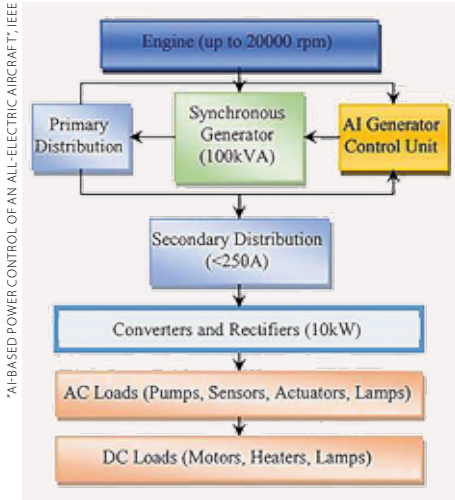
De två MPPT-funktionerna i det här fallet handlar huvudsakligen om effektivitet och kan kanske inte nödvändigtvis orsaka katastrofala fel, men de förbättrar effektomvandlingens effektivitet, vilket är en fundamental faktor när energi ska genereras.

En logisk lösning för en plan B skulle vara att sätta in en konventionell MPPT-lösning i systemprototypen, till exempel utvärde-



Figur 1. Diagram över vindkraftgenereringssystem som visar systemflödet och där AI verkar i MPPT-1 och MPPT-2. Den här systemarkitekturen baseras på en synkrogenerator med invändig permanentmagnet (IPM).

BILD: IEEE



Figur 2. Systemmodell av helelektriskt flygplan där AI finns i kraftsystemet och hur det övergripande systemet fungerar.

ringskortet SM3320-BATT-EV/NOPB-ND för batteriladdare från Texas Instruments. Demokortet innehåller SM72442MTE/NOPB, en programmerbar MPPT-styrkrets för solcellssystem. Det här demokortet måste anpassas lite grand för att fungera med en vindturbinladdare.

Denna konstruktion fungerar om batteriet kan ta hand om hela effekten från turbinen eller om konstruktören sätter upp en parallell last till batteriet som kan kopplas in för att dumpa den överflödiga effekten när det detekteras att batteriet är fullt. Det är viktigt att komma ihåg att det här bara är en reservlösning vid AI-fel. AI är fortfarande den primära lösningen.

Kraftgenerering i ett helelektriskt flygplan

Att generera och styra energin i ett helelektriskt flygplan är en svindlande uppgift. Målet här är att generera stabil kraftförsörjning och regenerera kraften som redan cirkuleras genom systemet. Feedback och system som optimerar kraftsystemet är ett måste och behöver finnas i realtid. För att kunna åstadkomma detta är det nödvändigt att använda ytterligare processnings- och kommunikationssystem samt lägga till fler sensorer och styrdonssystem.

Användningen av intelligent styrning av en synkrongenerator som drivs med en AI-generatorstyrenhet ger feedbackstyrning för flygplanet, enligt figur 2.

Det här AI-tillskottet gör att systemet kan lära sig av tidigare krafthanteringsbeslut för att kunna anpassa sig till förfrågningar från användare i realtid.

Flygplanets kraft genereras normalt av en mekanisk motor eller ett lagringssystem, som ett batteri. Generatorns styrenhet består av en spänningsregulator, en magnetiserare och en stabilisator. Återkoppling till styrsystemet kommer från den primära distributionsenheten (PDU).

Den här enkla AI-arkitekturen för generatorstyrning betyder att konstruktörer en-

kelt kan implementera en plan B genom att använda en spänningsregulator, som är en del av styrenheten, konstruerad med GaN-effekttransistorer som GaN-FET-enheten EPC2001C från EPC. GaN-enheter är idealiska som drivenheter i flygplansregulatorn (en automatisk spänningsregulator eller AVR) tack vare deras kapacitet för höghastighetsomkoppling. Då kan mindre magnetiska medier användas, vilket ger en lägre flygplansvikt. GaN-FET-enheter är också mycket effektiva och betyder att mindre kylare kan användas, eller inga kylare alls, vilket ytterligare minskar systemets storlek.

För att omvandla generatorns växelström till likström inuti styrenheten behöver konstruktörerna lägga till en statisk magnetiserare (i grunden en växelriktare) för fältgenerering. Den statiska magnetiseraren likriktar delar av likspänningsgeneratorns utmatning via en tyristorbrygglikriktare, för att i slutändan ge likspänning för flygplanssystem. Stabilisatordelen av generatorstyrningen mäter förbättringar i systemstabiliteten.

IoT-kommunikation med batteridrivna fjärrsensorer

IoT (Internet of Things) innebär att godtyckliga enheter kan kopplas upp mot Internet, ofta via radiogränssnitt. AI kan hjälpa till att göra dessa system mindre komplexa med hjälp av kognitiv kommunikation där maskiner blir bättre på att förstå människor.

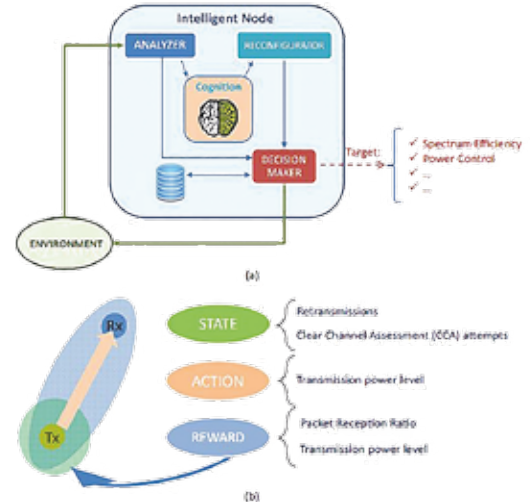
En helt vanlig fabrik kan ha flera tusen sensorer på maskiner och processer. Det behövs pålitlig kommunikation och låg latens för att systemet ska kunna fatta beslut i realtid. Detta kräver i sin tur att det finns inbyggd intelligens redan i den punkt där sensoravläsningen sker.

Att beslut fattas direkt på IoT-noden innebär att intelligens flyttas från molnet till det lokala nätverket. Operativ information vid ändnoderna kan skapas med hjälp av maskininlärning och andra AI-metoder (figur 3).

Figur 3 visar hur AI använder Reinforcement Learning (RL) för att hitta optimala sändareffekter vid maximal sändareffekt. AI-modellen tränas att minimera antalet paketkollisioner och latensen i den trådlösa kommunikationen i det lokala nätet. På så sätt lär sig AI själv det bästa sättet att avgöra vilka av de tillgängliga kanalerna som är optimala för trådlös kommunikation för att möjliggöra kommunikation med låg latens, som i sin tur kan ge styrning i nära realtid och därmed bästa möjliga sändningseffektstyrning (TPC).

Här kan Plan B implementeras med hjälp av en fjärrsensorövervakningsats, som Monnits MNK2-9-EG-PHL. Den här satsen kan sättas in vid behov för att hålla till platsen för att bedöma problemet och ersätta felaktiga komponenter, moduler eller kort och återställa alla funktioner.

Monnits sats har ingen intelligens eller inlärningsförmåga. Men den ser till att syste-



Figur 3. Process där AI använder Reinforcement Learning (RL) för att hitta optimala sändningsfrekvenser och maximala effektnivåer. Här visas den intelligenta noden (a), tillstånd, åtgärder, belöningar för den intelligenta noden med AI (b).

"INTELLIGENCE AT THE EDGE OF COMPLEX NETWORKS: THE CASE OF COGNITIVE TRANSMISSION POWER CONTROL", IEEE

met fortsätter att fungera och att inga data går förlorade. När systemet har utvärderats och felet isolerats kan alla funktioner återställas utan att några dataöverföringar saknas.

Slutsats

AI kan förbättra arkitekturen i många effektkonstruktioner för elektronikillämpningar. AI kan i slutändan lära sig och anpassa sig lika bra eller bättre än en människa. Men i nuläget är tekniken i sin linda och behöver en plan B, särskilt inom verksamhetskritiska tillämpningar.

Som beskrivs ovan är det ofta möjligt för kraftkonstruktören att implementera denna plan B i ett parallellt system som aktiveras när problem upptäcks i huvudsystemet. Det finns bra utvärderingssatser med låg inlärnings-tröskel att tillgå från flera leverantörer. De kan användas för att utveckla konstruktioner i diskreta kretsar som kan ta över funktioner i ett AI-system när situationen kräver det. ■

REFERENSER:

1. Artificial Intelligence Techniques in Smart Grid and Renewable Energy Systems – Some Example Applications, B.K. Bose, Life Fellow IEEE, Proceedings of the IEEE | Vol. 105, nr 11, november 2017.
2. MPPT Control Methods in Wind Energy Conversion Systems, Jogendra Singh Thongam och Mohand Ouhrouche.
3. Intelligence at the Edge of Complex Networks: The Case of Cognitive Transmission Power Control, Pasquale Pace, Giancarlo Fortino, Yin Zhang och Antonio Liotta, ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR COGNITIVE WIRELESS COMMUNICATIONS, IEEE Wireless Communications, juni 2019.
4. AI-based Power Control of an All-Electric Aircraft, Brook W. Abegaz, IEEE 2019.