

Fjädrarna i sängen kan övervaka andningen

Litet, billigt och innovativt med induktiv avkänning



Induktiv avkänning har funnits i flera decennier. Tekniken används i stor utsträckning i industristyrning och vid industriell tillverkning eftersom den har förmågan att kontaktlöst mäta avståndet till ett ledande föremål, rotationsvinkel och linjär position. Samtidigt kan den användas för att mäta kompressionen hos en fjäder.

Historiskt har induktiv avkänning krävt komplexa lösningar, vilket gjort att tekniken blivit alltför dyr utanför tillämpningar som industristyrning eller bärbara metall-detektorer. Men med nya integrerade lösningar kan induktiv teknik få ett betydligt bredare genomslag.

Walter Pepperl och Ludwig Fuchs i tyska Mannheim var, såvitt känt, först med att använda induktiv avkänning år 1958. Motivet var att hitta ett alternativ till mekaniska kontakter som blev förstörda i tuffa miljöer eller helt enkelt var farliga att använda i explosiva miljöer på grund av överslag.

DEN GRUNDLÄGGANDE PRINCIPEN för induktiv avkänning är fortfarande densamma som i Pepperl och Fuchs ursprungliga konstruktion. Den är baserad på en resonanskrets, LC-krets (induktans/kondensator), som ma-



Av Rick Zarr, Texas Instruments

Richard Zarr är så kallad technologist på Texas Instruments, med fokus på snabba och bredbandiga gränssnitt och signalvägar. Han har över 30 års praktisk ingenjörserfarenhet. Richard är medlem av IEEE, har en BSEE från University of South Florida samt flera patent inom lysdiodsbelysning och kryptering.



Med utvärderingskortet LDC1000EVM kan man enkelt demonstrera hur TI:s krets LDC1000 kan användas för att induktivt känna av positionen hos ett ledande föremål.

tas av en oscillator där induktansen utgörs av en avkännande spole. När ett ledande föremål, såsom ett metallobjekt, kommer i närheten av spolen inducerar magnetfältet virvelströmmar i det. Virvelströmmarna är en funktion av avståndet till, material hos och storleken på föremålet.

Virvelströmmarna bildar ett eget magnetfält, i motfas till det ursprungliga fältet, som minskar oscillationernas amplitud. Därmed ändras den ekvivalenta parallellresistansen (R_p) hos resonanskretsen enligt ekvationen: $R_p = L/(R_s C)$

I ekvationen är L spolens induktans i henry, R_s spolens serieresistans i ohm och C parallellkapacitansen i farad.

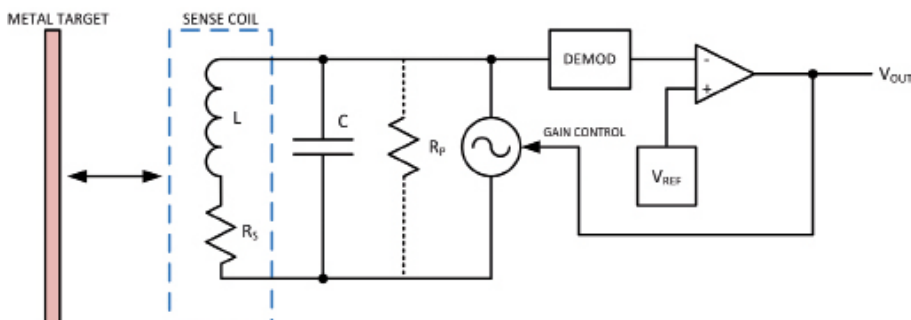
Den skenbara förändringen i parallellresistansen är vad systemet mäter för att bestämma avståndet till föremålet. Mätningen kan ske på flera olika sätt.

En metod är att placera en demodulator efter resonanskretsen och digitalisera det resulterande likspänningsvärdet. När R_p ändras, ändras resonanskretsens amplitud. Nackdelen med denna metod är att den begränsar systemets dynamik och endast fungerar för switchande tillämpningar (metallföremål upptäckts eller inte).

EN BETYDLIGT BÄTTRE metod är att låta demodulatorn följas av en sluten regler slinga för att upprätthålla resonanskretsens svängningsamplitud. När ett metallföremål närmar sig avkänningsspolen kräver det motstående magnetiska fältet mer drivström till resonanskretsen, vilken kan mätas exakt. Denna metod ger ett bredare dynamiskt område vid mätning av R_p och förbättrar total prestanda (figur 1).

Det finns många tillämpningar för induktiv avkänning, till exempel kan tekniken användas för att ersätta mekaniska knappar vid maskinstyrningar. Detta kan enkelt skapas genom att man placerar en ledande metallbricka överst på en tryckknapp så att avståndet mellan knappens övre del och den underliggande spolen minskar om knappen trycks in.

EFTERSOM KRETSEN VET knappens position kan den även avgöra hur hård knapptryckningen är (genom förändring i position kontra tid). Denna teknik kan vara lämplig att använda i stoppbrytare om en operatör bara vill stanna en maskin (normal avstäng-



Figur 1. Blockdiagram över en induktiv närhetssensor med sluten regler slinga.



ning) eller vill göra ett panikstopp som omedelbart låser maskinen. Båda dessa tillstånd går att känna av genom detta arrangemang.

I tuffa miljöer där smuts eller korrosion försämrar en vanlig mekanisk kontakt påverkas inte den induktiva knappen alls. Tekniken kan också användas för intrångsdetektering i rack eller chassin. Genom att placera en givare nära en dörr eller sidopanel kan systemet mäta och upptäcka om något otillåtet öppnats. Tekniken kan också utnyttjas för att snabbt stänga av högspänd utrustning som annars skulle kunna utgöra livsfara – allt detta sker utan slitaget och korrosionsproblemet hos mekaniska kontakter.

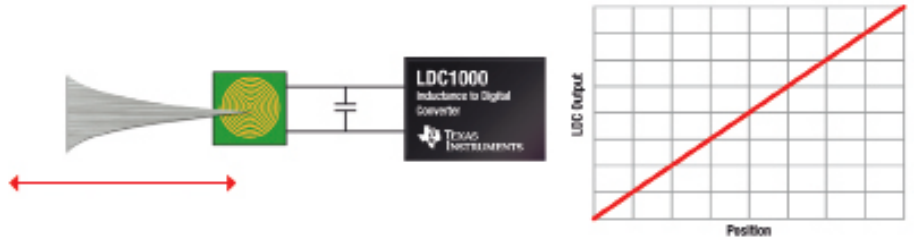
MEN DET FINNS långt fler tillämpningar för induktiv avkänning än närhetsdetektering. Tekniken kan användas för att exempelvis mäta rotation i låsningsfria bromsar, vred eller flödeskännande turbiner. Detta går att göra med hjälp av ett ledande metallföremål med en form påminnande om en avsmalnande skära (figur 2). När föremålet vrids över den avkännande spolen ändras storleken av ytan som exponeras, vilket gör att man kan mäta vinkeln till föremålet. Genom att istället använda ett triangulärt metallföremål (figur 3) kan linjär position mätas, exempelvis vid inställning av sätet i bilar och för autofokus i kameror.

Kretsen kan också användas för att mäta en spoles induktans. Om en spole har en variabel induktans – som en fjäder – kan den utnyttjas som sensor i ett system (utan krav på ett ledande föremål). Det betyder att en fjäder som redan finns i ett system kan användas som en enkel förskjutningssensor. Ett exempel på detta skulle kunna vara att man använder fjädrarna i en personbils säte för att mäta den ungefärliga vikten hos en passagerare och därmed avgöra om en krockkudde bör sättas in vid en kollision.

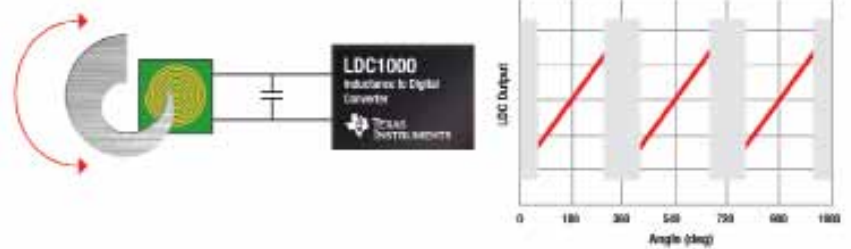
TEKNIKEN ATT ANVÄNDA en fjäder som sensor öppnar för många tillämpningar. Om kretsen är tillräckligt känslig kan små ändringar i fjäderns deformation detekteras. Detta kan exempelvis användas inom äldreomsorgen för att mäta andningsfrekvens hos en person som sover. Fjädrarna i själva sängen kan således utnyttjas för att övervaka andningsfrekvensen men också för att detektera närvaro.

För att alla de nämnda tillämpningarna ska bli kostnadseffektiva krävs det en högre systemintegration än vad som tidigare varit möjlig att nå. Texas Instruments har introducerat en första helt integrerad induktivtill-digital-omvandlare, LDC1000 (figur 4), som har extremt hög precision och som kan användas för alla dessa tillämpningar, liksom många fler.

Genom att integrera resonanskrets, den



Figur 3. Lateral position sensing - ett triangulärt ledande föremål kan användas för att mäta linjär position.



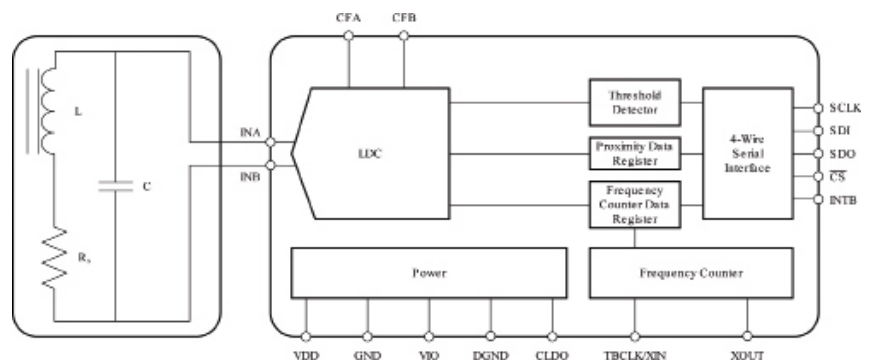
Figur 2. Partial rotation sensing – ett ledande föremål med formen av en avsmalnande skära kan användas för att mäta vinkel.

slutna regleringslingan, räknare, register och gränssnitt i en enda kapsel kan ingenjörer nu använda induktiv avkänning i tillämpningar där det tidigare varit alltför dyrt. Den höga integrationen – lösningen är bara 4 x 5 mm – gör också att det finns mängder av möjliga tillämpningar som ingen ännu tänkt på eftersom de alternativa lösningarna varit för stora och dyra.

NÅGRA EXEMPEL PÅ högintegrerade tillämpningar är spelkonsoler (knappar och joysticks), flödesmätare, skrivare och musikinstrument. Likaså finns det ett stort antal fordonstillämpningar såsom detektering av bilbälte, gaspådrag och bromsläge, dörrsensorer, styrning av sätesposition och mycket annat.

Induktiv avkänning har funnits i över 50 år och används idag i industriell styrning och tillverkning. Introduktionen av nya

extremt integrerade induktiva-till-digitala-omvandlare gör att många nya tillämpningar kommer att kunna skapas eftersom lösningarna blir billigare och mindre. Den lägre kostnaden och mindre storleken gör att induktiv avkänning nu kan börja användas i konsumentprodukter och vitvaror, där de erbjuder förbättrad mekanisk prestanda tillsammans med helt nya tillämpningar. ■



Figur 4. Texas Instruments LDC1000 är industrins första induktiva-till-digitala-omvandlare. I kombination med en extern spole, exempelvis på ett kretskort, kan kretsen trådlöst känna av en mängd egenskaper hos ledande material.