

# Luftburet och strukturburet ultraljud som nyckelkomponent för förebyggande underhåll

Dagens underhållsavdelningar uppmanas ständigt att göra mer. Dessvärre uppmanas de i de flesta fall att göra mer med mindre. Därför är det viktigt att de som arbetar med underhåll och tillförlitlighet har de rätta verktygen för att kunna fatta bättre beslut om hur anläggningens tillgångar mår. När allt kommer omkring handlar underhåll om att få ut mesta möjliga livslängd ur en tillgång så effektivt som möjligt. Det är också viktigt att vi börjar övergå från reaktivt underhåll till att utföra mer förutsäggande eller villkorsbaserat underhåll. Luftburet och strukturburet ultraljud är en bra början. Den här artikeln ger en översikt över ultraljudsteknik och hur den fortsätter att förbättra förebyggande underhåll, utrustningens tillförlitlighet och tillämpningar för energibesparing.

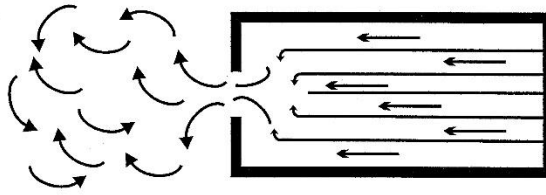
I början av luftburen och strukturburen instrumentering hade de flesta användare helt enkelt ett instrument när de behövde något att använda för att leta efter läckor. De första instrumenten som användes var enkla analoga instrument som användes för "sök- och lokaliseringstillämpningar", t.ex. för att upptäcka läckor. Tack vare utvecklingen av ultraljudsinstrument och mjukvara blev det fler användare av tekniken och nya användningsområden upptäcktes. Ultraljud anses nu vara ett perfekt komplement till andra tekniker för förebyggande underhåll, såsom vibrationsanalys och infraröd termografi. Antalet personer som använder ultraljud som en första försvarslinje för att förutsäga fel och brister i roterande utrustning och elektriska inspektioner ökar också.

Instrumenten är helt enkelt lyssningsenheter. Luftburna och strukturburna ultraljudsinstrument spårar ljud som inte hörs med normal mänsklig hörsel. En genomsnittlig mänsklig hörsel uppfattar ljud i intervallet 16-17 kHz. Ultraljudsinstrument lyssnar efter och upptäcker ljud i intervallet 20 kHz och högre. Instrumenten lyssnar faktiskt efter ljud som ligger över tröskelvärdet för normal mänsklig hörsel. Ultraljudsvågor är högfrekventa vågor med låg energi som tas emot av instrumentet. Instrumenten omvandlar sedan den högfrekventa ljudvågen till ett hörbart ljud som hörs av användaren via hörlurar som är anslutna till instrumentet. Eftersom ultraljudsvågor är högfrekventa och har låg energi kan ultraljudskällor lätt lokaliseras bland det omgivande bullret i en typisk industrianläggning.

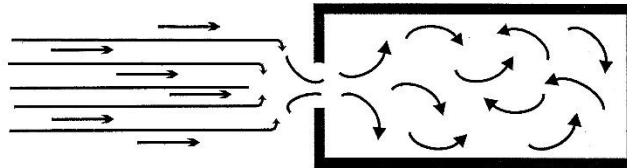
De framsteg som gjorts inom ultraljudsinstrumentering har varit banbrytande. UE Systems senaste modell i Ultraprobe-serien, Ultraprobe 15000, är ett bra mått på hur långt instrumenten har kommit. Instrumentet har en stor färgskärm med pekskärm, inbyggd spektralanalys, inbyggd ljudinspelning, inbyggd digitalkamera och punktradiometer för temperaturmätning. Det tillgängliga programmet för datahantering används för att skapa förutbestämda platser för att ladda ner avläsningar för trendning. Detaljerade rapporter kan genereras med hjälp av programvaran, t.ex. ett kalkylblad för tryckluft/gas som visar potentiella kostnadsbesparingar och CFM-förluster från en undersökning av luft- eller gasläckage. Programvara för spektralanalys finns också tillgänglig. Detta gör det möjligt för inspektören att spela upp ljudfiler som har spelats in direkt av ultraljudsinstrumentet. Vyer inkluderar både FFT och Time Wave Form.

## Teknik

Det finns två huvudsakliga källor till ultraljud. Den första är turbulens. Turbulens uppstår när något som befinner sig under ett högt tryck försöker nå ett lägre tryck (figur 1). Ett exempel på turbulent flöde är när en tryckluft- eller gasläcka som befinner sig under ett högre tryck försöker ta sig ut genom en liten spricka eller öppning till atmosfären eller det lägre trycket. Turbulens uppstår också i vakuum (figur 2). Ljudet som skapas vid vakuumläckage kommer dock att vara mindre, eftersom ljudet dras till lågtryckssidan.



*Figur 1 Tryckläckage*



*Figur 1 Vakuumläckage*

Turbulens uppstår också vid elektriska störningar som korona, tracking och ljusbåge. Korona har till exempel ett stadigt "surrande" ljud som uppstår när luften joniserar runt en anslutning på 1000 volt eller mer. Vid 1000 volt och uppåt blir luft faktiskt en ledare. Därför kan korona endast upptäckas i elektriska komponenter på 1000 volt och mer. Under joniseringsprocessen vibrerar molekylerna och stöter in i varandra, vilket skapar turbulens.

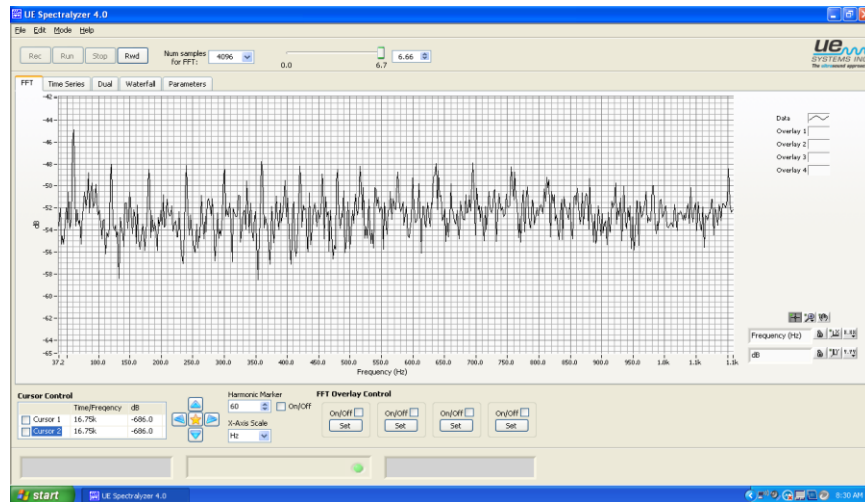
Den andra källan till ultraljud är friktion. Det kan vara antingen för mycket eller för lite friktion. Ett exempel på för mycket friktion är ett över-smort lager. När mer fett kommer in i lagerhuset ökar trycket, och lagren arbetar hårdare för att vrida sig genom ökningen av smörjmedlet. Den ökade friktionen ger upphov till ett dånande ljud som hörs i headsetet. Den decibelnivå som indikeras på instrumentet skulle också öka. Ökad friktion skapar mer ljud. "Grova" eller "skrapande" ljud kan vara en indikation på stötar eller ett fel på rullelementet där rullelementet glider mot kåpan i stället för att rotera. "Knackande" eller "klickande" ljud är vanligtvis ett resultat av fel på lagret. En faktisk bestämning av ett lagerfel kan göras genom att faktiskt spela in ljudet med ett ultraljudsinstrument med inbyggd ljudinspelning och sedan spela upp det inspelade ljudet i en programvara för spektralanalys.

### **Tillämpningar**

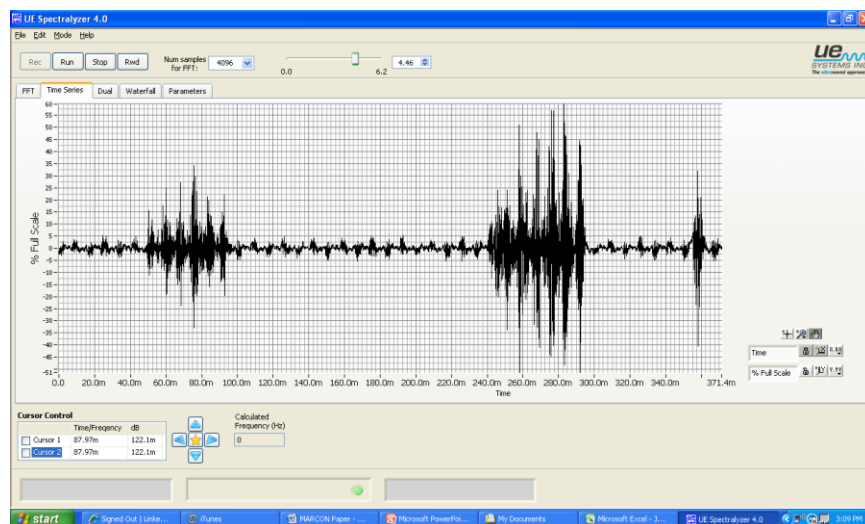
Det finns två huvudsakliga användningsområden för ultraljud. Luftburna ultraljudstillämpningar omfattar upptäckt av tryckluft- och gasläckor, ångläckor till atmosfären och vakuumläckage. Luftburet ultraljud har också använts för specialtillämpningar, t.ex. för att upptäcka vindbrus och vattenläckor inom fordons- och flygplansindustrin och för kvalitetskontroller i kärl, t.ex. bränsletankar, propantankar och autoklaver. Ultraljudsdetektering av läckor fortsätter att vara den mest använda tillämpningen för luftburna ultraljudsinstrument. Detta beror främst på att den är lätt att använda och betalar sig mycket snabbt när läckage upptäcks och sedan repareras. Vanligtvis kan man hitta tillräckligt många läckage under en första undersökning för att de potentiella besparingarna mer än betalar för instrumentet. Kostnaden baseras på trycket där läckaget är lokaliserat, den decibelnivå som indikeras på instrumentet när läckaget är lokaliserat och kostnaden per kilowattimme elektricitet. Som exempel kan ett läckage på 60 dB vid 100psi, med en kostnad per kilowattimme på 60 öre, ge en kostnad på cirka 4500 kronor per år för enbart ett luftläckage. Ett kalkylblad för tryckluft och gas finns tillgängligt för enkel rapportering och trender vid luftläckageundersökningar. Detta kalkylblad kan också skapas med hjälp av UE Systems programvara Ultratrend DMS. Data från läckageundersökningar lagras ombord på en digital ultrasond, laddas ner till programvaran och sedan genereras kalkylbladet för tryckluftundersökningar.

En tillämpning för luftburet ultraljud som har fått en enorm ökning av användningen under de senaste åren är för elektriska inspektioner. Korona, tracking och ljusbåge kan lätt upptäckas med ultraljudsinstrument. Luftburet ultraljud kan användas för inspektioner av låg-, medel- och högspänning. Korona kan dock endast upptäckas i komponenter på minst 1000 volt. Vid 1000 volt och uppåt blir luft faktiskt en ledare. Korona hörs i hörlurarna som

ett stadigt surrande ljud. Tracking kan beskrivas som ett mer intensivt "bubblande", "stekande" och "poppande" ljud. Tracking förekommer vanligen i spruckna isolatorer, lösa anslutningar och där isoleringsmaterialet gått sönder. Ljusbåge har mycket tydliga plötsliga starter och stopp av energi och oregelbundna utbrott av den elektriska urladdningen. En faktisk bekräftelse av dessa förhållanden görs bäst genom spektralanalys och inte bara utifrån vad inspektören hör i hörlurarna. Den första skärmbilden nedan visar en korona som syns i FFT (figur 3). Den andra är en ljusbåge som syns i tidsvågsformen (figur 4).



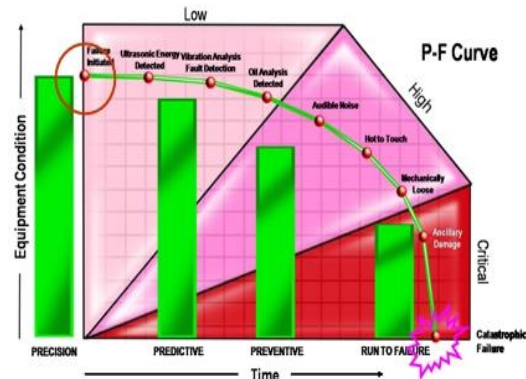
**Figur 3 Korona som syns i FFT. Välddefinierade 60 Hz-harmonier kan ses och ett rikt "frekvensinnehåll"**



**Figur 4 Ljusbåge som syns i tidsvågsformen**

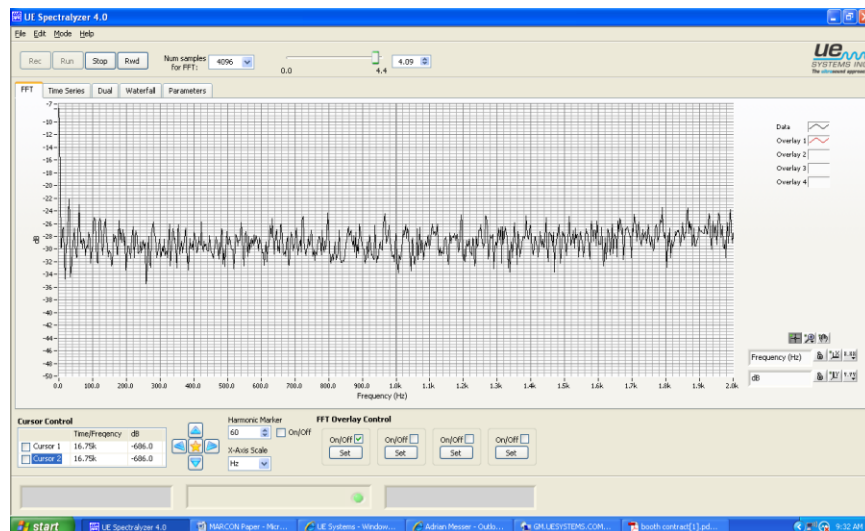
Den andra tillämpningsgruppen är strukturburet ultraljud. Tillämpningar för strukturburet ultraljud omfattar roterande utrustning som lager, motorer och växellådor. Förtida fel kan upptäckas tidigt med hjälp av strukturburet ultraljud på roterande utrustning. P-F-kurvan nedan (figur 5) visar att utrustningen fungerar, men att det finns ett fall av fel. Den första försvarslinjen för att upptäcka felet/bristen är ultraljudsteknik. När du rör dig längre ner i kurvan får du hörbart buller, varmt vid beröring och slutligen katastrofalt fel. Ultraljud används för att upptäcka fel och brister i roterande utrustning innan de kan höras med normal hörsel. Det är uppenbart att om jag har en utrustning som jag kan höra som "dånande" eller malande" är den redan i ett feltillstånd. Med hjälp av ultraljud kan vi upptäcka fel innan de blir katastrofala.

### Early Identification of a Defect

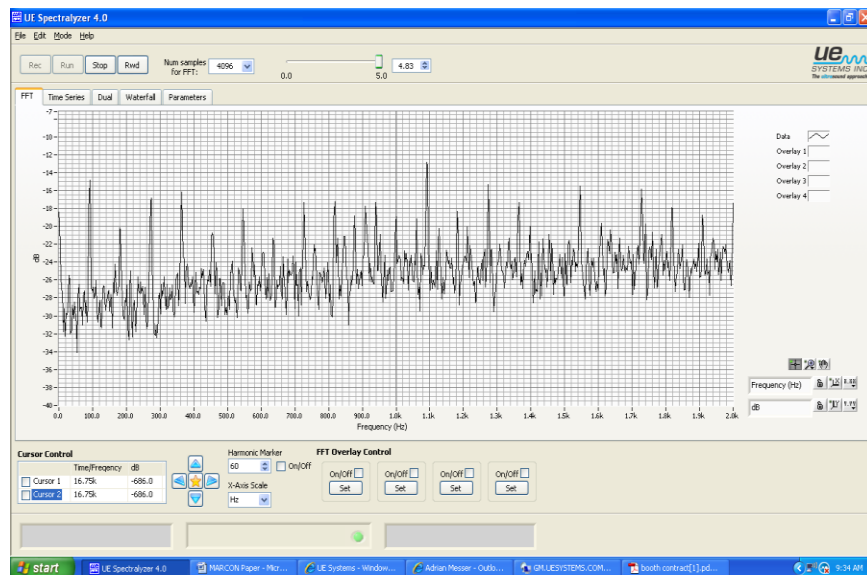


Figur 5 P-F-kurva

En bra roterande utrustning har en mycket lägre decibelnivå än en utrustning som antingen har fel eller är översmord. Förbestämda punkter kan skapas i programvaran för datahantering, och data kan sedan lagras i instrumentet och sedan laddas ner till programvaran. Detta gör det möjligt för inspektören att följa utvecklingen av decibelnivån över tiden. Varje ökning av ljudnivån indikerar antingen brist på smörjning eller ett allvarigare fel eller fel beroende på hur mycket decibelnivån ökar jämfört med en förutbestämd baslinje. Själva diagnosen av förhållanden kan göras med hjälp av spektralanalys. Skärmbilderna nedan visar två identiska lager med liknande storlek, typ och hastighet. Den första FFT:n visar ett tätt, smalt band utan övertoner eller toppar (figur 6). Den andra FFT:n visar att det finns övertoner eller toppar (figur 7). Detta kan tyda på antingen påverkan, frekvens av kulpassager eller fel på rullelement.



Figur 6 Bra lager som syns i FFT:n



**Figur 7 Dåligt lager som syns i FFT:n**

Ett annat användningsområde för strukturburet ultraljud är testning av ångfällor. Ångfällor är som ventiler. De reglerar flödet av ånga och kondensat genom systemet och bidrar till att hålla en jämn temperatur. Felaktiga ångfällor leder till ökad energiförbrukning i pannorna, oregelbundna temperaturer i systemet som kan påverka produktkvaliteten samt värmeförluster. En av de viktigaste faktorerna vid testning av ångfällor är identifiering av fällan. Inspektören måste kunna känna igen den typ av fälla som ska testas. När fällan väl har identifierats kommer den att ha en av två ljudkaraktäristika. Fällan har antingen ett "på och av"-ljud eller ett kontinuerligt flödesljud. På- och av- eller vänta/ladda ur/vänta-fällor är oftast inverterade hinkar, skivor, termostatiska och termodynamiska fällor. När inspektören lyssnar på dessa fällor bör han/hon höra en mycket tydlig cykling av fällan. Ett villkorsläckage hörs när avskiljaren är i stängt läge men ånga intermittent passerar förbi fällans säte. Den andra ljudkaraktären är ett kontinuerligt flödesljud. Detta ljud hörs när man lyssnar på en flottör och en termostatisk fälla. Det finns ett kontinuerligt ång- och kondensatflöde genom fällan, men det finns en flottör inuti fällan som reglerar eller modulerar flödet. En defekt flottör eller en flottör som har kollapsat på grund av vattenslag kommer att resultera i en misslyckad öppen fälla. Detta skulle höras som ett kontinuerligt rusande ljud som inte har någon modulation. Denna fälla skulle blåsa ånga rakt igenom fällan, eller i den misslyckade öppna positionen.

### Slutsats

Luftburet och strukturburet ultraljud är ett mångsidigt verktyg som kan användas i alla miljöer. Det finns många användningsområden där ultraljud kan utnyttjas i stor utsträckning. Ett sätt som anläggningar kan ha stor inverkan på energibesparingar är att hitta och reparera tryckluft- och gasläckage och reparera eller byta ut defekta ångfällor. Att kunna förlänga livslängden för en tillgång utan katastrofala fel kan också öka drifttiden och minska antalet oplanerade driftstopp. Att kunna förutse fel i utrustningen och sedan planera därefter leder till färre avbrott i verksamheten och produktionen. För en minimal investering i förebyggande teknik som ultraljud, vibrationsanalys, infraröd termografi, laserjustering och analys av motorkretsar kan återbetalningen bli enorm. I dagens verksamhetsmiljö handlar det om att vara konkurrenskraftig inom sin bransch. Ett sätt att göra det är att lägga större vikt vid förebyggande och villkorsbaserat underhåll.