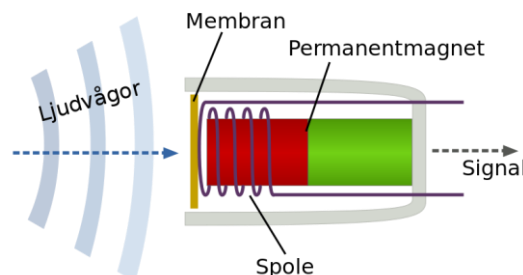


Mobiltelefonens mikrofon

Markus Norrby

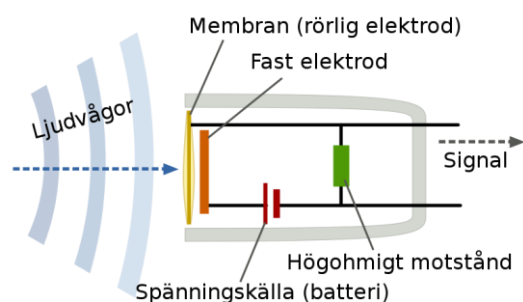
Olika typer av mikrofoner

Mikrofoner indelas vanligen i två huvudtyper: dynamiska- och kondensatormikrofoner. *Dynamiska mikrofoner* består i princip av en permanent magnet i en spole som vid vibrationer inducerar en spänning, vilken kan förstärkas och tolkas som en ljudsignal i elektrisk form (se figur 1). Fördelen med denna typ av mikrofoner är att de är robusta och ger god ljudkvalité om ljudintensiteten som når membranet är tillräckligt starkt. Största nackdelen är att den inte klarar av att fånga upp svaga ljud.



Figur 1: Skiss över dynamisk mikrofon (<http://sv.wikipedia.org/wiki/Mikrofon>).

Kondensatormikrofoner kan ses som en plattkondensator där en av plattorna kan röra på sig (se figur 2). Det krävs en grundspänning över kondensatorn som vanligtvis kommer från ett batteri i mikrofonen, men vissa typer kan även drivas med spänning från så kallad fantommatning genom mikrofonkabeln från ett mixerbord. Då avståndet mellan plattorna varierar förändras kondensatorns kapacitans och en varierande spänning ovanpå driftspänningen kan tolkas som ljudsignalen i elektrisk form. Kondensatormikrofoner är mer stötkänsliga och ofta större och klumpigare än dynamiska mikrofoner, men istället kan de konstrueras för att uppfatta mycket svaga ljud.



Figur 2: Skiss över kondensatormikrofon (<http://sv.wikipedia.org/wiki/Mikrofon>).

En undertyp av kondensatormikrofoner är *elektretmikrofonen*. Den använder ingen yttre spänningskälla utan kondensatorn laddas med hjälp av ett så kallat elektret. Begreppet är en kombination av *elektricitet* och *magnet*, eftersom det är den elektriska motsvarigheten till en permanent magnet. Elektreter kan framställas av många olika polära molekyler och tillverkas idag främst av olika polymerer som i tillverkningsprocessen tvingas bilda dielektriska domäner som linjeras övervägande i en viss riktning, precis som magnetiska domäner i en permanent magnet. Elektreten är alltså en elektrisk dipol och den kan i bästa fall behålla sin laddningsuppdelning i hundratals år.

Det är denna typ av mikrofon som används i alla mobiltelefoner eftersom den kan göras mycket liten och ändå uppfånga svaga ljud för ett enhetspris på ca 1 €.

Ljudets hastighet

En klassisk fysiklaboration är att spela in ljudet från en halvöppen pipa och göra en Fouriertransform för att omvandla det inspelade intensitetsspektret till ett frekvensspektrum. Där kan man avläsa pipans grundton och med hjälp av teorin som säger att grundtonen i denna typ av pipa bör ha en våglängd som är fyra gånger större än rörets längd kan man beräkna ljudets hastighet (egentligen bör man av olika orsaker beräkna pipans längd som längden plus 0,4 gånger rörets diameter, men om det är ett tunt rör inverkar inte detta på resultatet nämnvärt):

$$v = \lambda f = 4(L + 0,4d)f \approx 4Lf$$

Detta kan göras med mätutrustning från t.ex. Pasco eller Vernier (se <http://www.vernier.com/innovate/speed-of-sound-in-air/> för ett exempel) men det kräver en del specialutrustning och ibland kan den begränsade samplingsfrekvensen över USB-kopplingen vara ett problem i snabba mätningar av denna typ.

Laborationen

Laborationer som använder elevernas egen vardagsutrustning har många pedagogiska fördelar jämfört med att använda fysiklaboratoriets svarta eller blå lådor. I detta fall blir laborationen dessutom mycket enklare och snabbare att göra, och i bästa fall kan alla elever i gruppen göra en egen mätning mer eller mindre samtidigt. Det som behövs är en mobiltelefon med en lämplig Fast-Fourier-Transformation (FFT) applikation och ett rör av något slag, t.ex. hylsan från en kulspetspenna.

Det finns många olika gratisapplikationer som spelar in ljud och visar ett frekvensspektrum i realtid. Alla ger inte nödvändigtvis helt korrekta resultat men de flesta torde fungera med en sådan noggrannhet som behövs för denna laboration. För Windows Phone kan "Solfeggio Free" rekommenderas. För iOS finns t.ex. "iAnalyzer Free" och för Android finns en uppsjö av alternativ, t.ex. "SimpleFFT". En sökning på "FFT" i respektive appstore borde ge resultat.

Laborationen genomförs helt enkelt så att man skapar en ton i sitt rör, noterar den lägsta tydliga frekvenstoppens läge och sedan beräknar ljudhastigheten med formeln i stycket ovan. Kom ihåg att täcka ena ändan av röret för att formeln ska gälla! Ibland måste man hålla på ett tag för att få fram det typiska visslande ljudet. Piplängder på 5–20 cm fungerar ofta bra. För bästa resultat bör röret vara smalt och jämntjockt hela vägen, men ett rimligt resultat kan erhållas trots små avvikelser i form. För flaskformade föremål fungerar det dock inte, det bör som sagt vara så jämntjockt som möjligt. Lycka till!