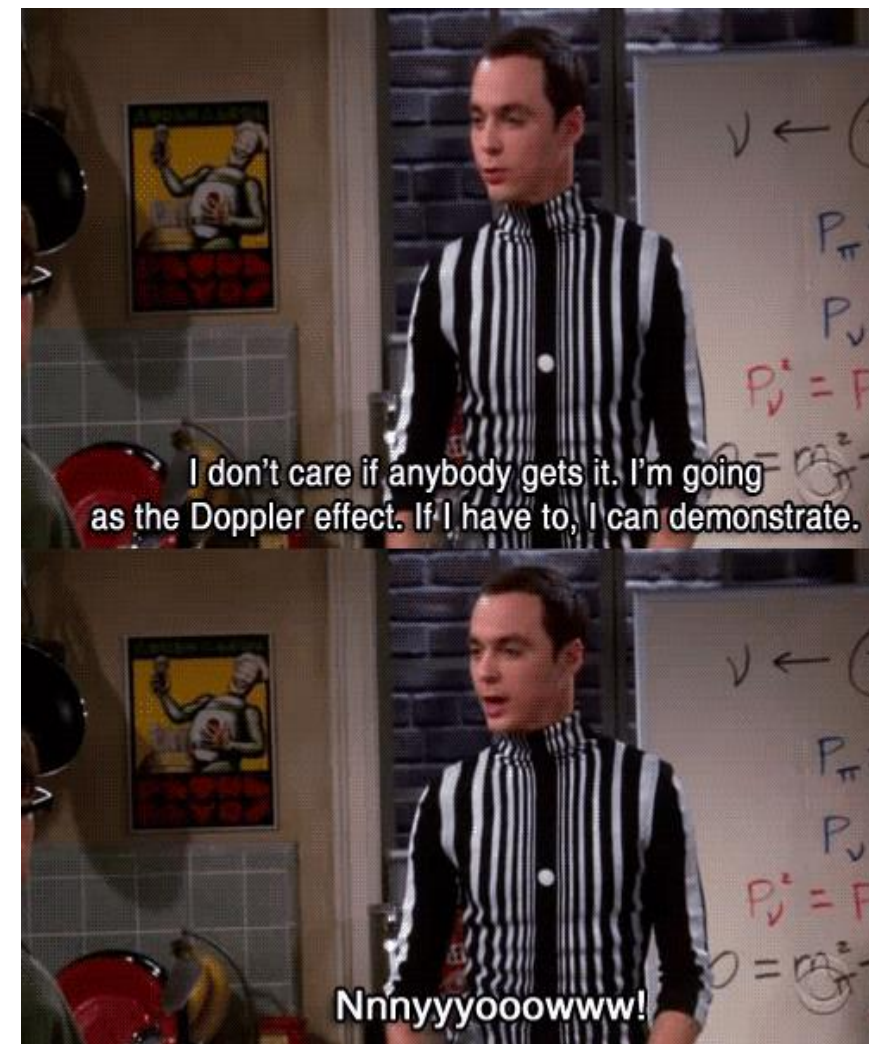




<Effetto Doppler e le sue molteplici applicazioni>



<Salvatore Stefano Furnari
matricola O46001813>



Indice

- Cos'è l'Effetto Doppler?
- Come osservarlo?
- Applicazioni in contesti scientifici e tecnologici
- E in musica?



Cos'è l'Effetto Doppler?

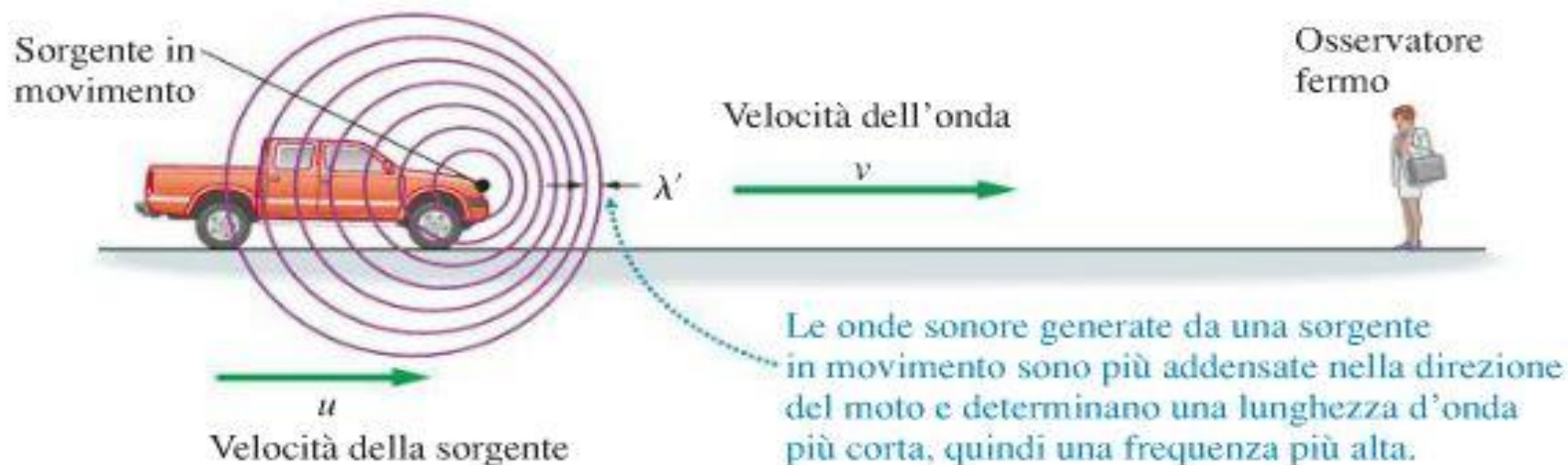
L'effetto Doppler è un fenomeno fisico che consiste nel cambiamento apparente, rispetto al valore originario, della frequenza o della lunghezza d'onda percepita da un osservatore raggiunto da un'onda emessa da una sorgente che si trovi in movimento rispetto all'osservatore stesso.



Christian Andreas Doppler (Salisburgo, 29 novembre 1803 – Venezia, 17 marzo 1853)

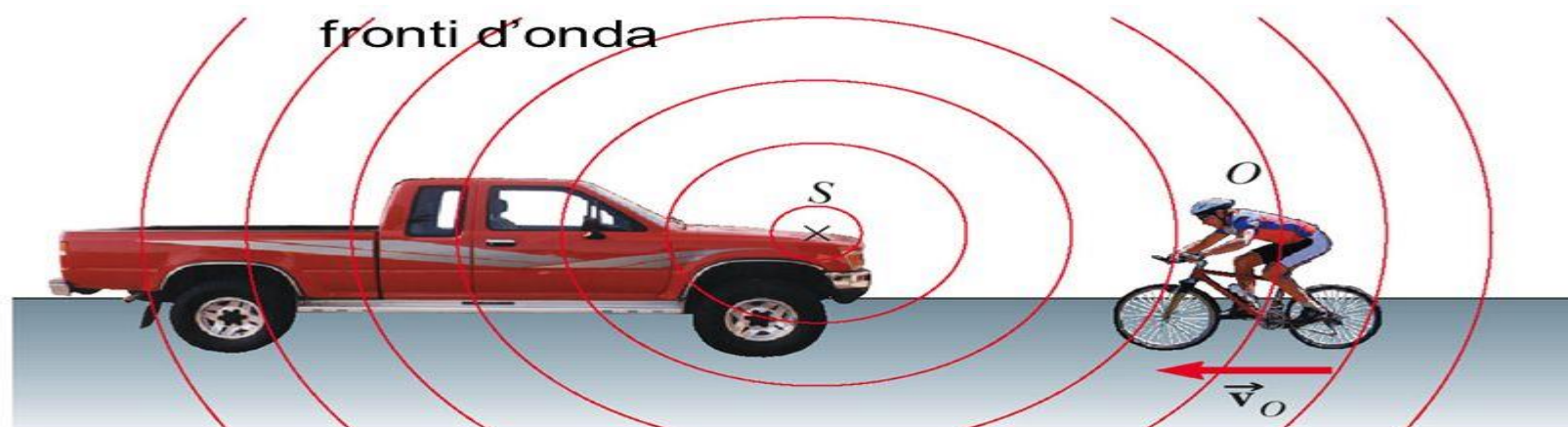


Un po' di formule...



$$F' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_s} \right)$$

Il numeratore rappresenta il movimento dell'ascoltatore (+ quando si avvicina alla sorgente, - quando si allontana) mentre il denominatore indica i moti della sorgente in modo inverso.



Sorgente ferma rispetto all'aria e osservatore in moto con velocità v_o .
 Detta v_{rel} la velocità dell'onda rispetto all'osservatore si ha: $v_{rel} = v + v_o$.
 La lunghezza d'onda non cambia.
 In ogni unità di tempo l'osservatore percepisce, oltre alle f onde che percepirebbe stando fermo, anche le v_o/λ dovute al suo movimento. La frequenza percepita f' è quindi $f' = f + (v_o/\lambda)$ e poiché $\lambda = v/f$ si ottiene:

$$f' = \left(\frac{v + v_o}{v} \right) f$$

Si avrà un segno - al numeratore se l'osservatore si allontana dalla sorgente.



Come osservarlo?

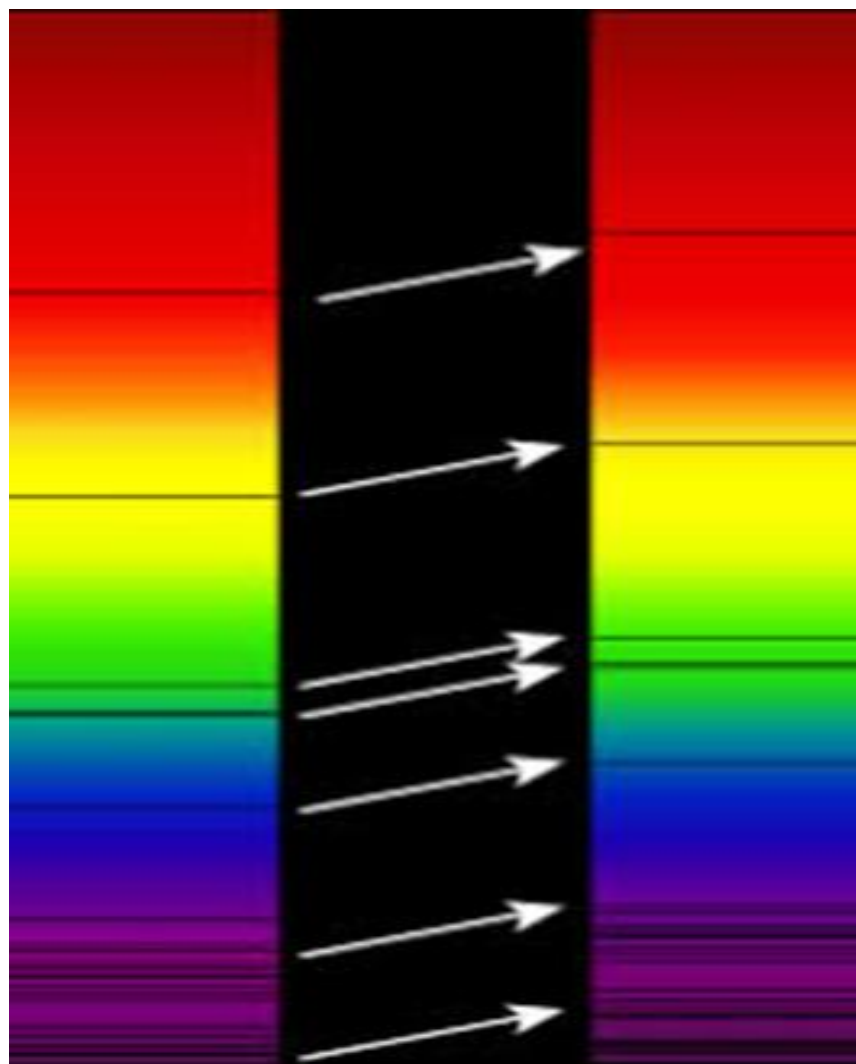
L'Effetto Doppler può essere osservato facilmente nella vita di tutti i giorni, ad esempio quando passa accanto a noi una macchina della polizia: la sirena di una volante inizierà ad essere percepita più alta del tono che ha da ferma, si abbasserà mentre passa accanto all'osservatore, e continuerà più bassa del suo tono da ferma mentre si allontana dall'osservatore.





Astronomia

L'effetto Doppler, applicato alle onde luminose, è fondamentale nella astronomia radar: è stato usato per misurare la velocità con cui stelle e galassie si stanno avvicinando o allontanando da noi.

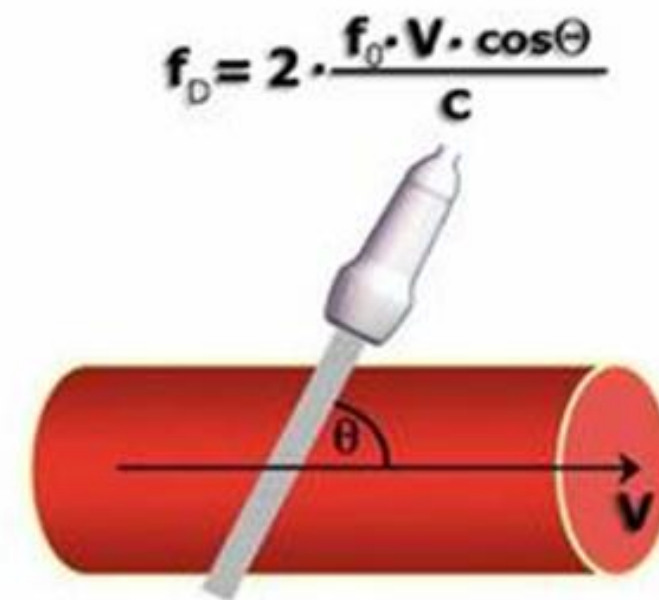


Poiché i colori posti ai due estremi dello spettro visibile sono il blu (per lunghezze d'onda più corte) e il rosso (per lunghezze d'onda più lunghe), l'effetto Doppler è spesso chiamato in astronomia spostamento verso il rosso se diminuisce la frequenza della luce, e spostamento verso il blu se l'aumenta.



Medicina

L'effetto Doppler è anche usato in medicina per la rilevazione della velocità del flusso sanguigno. una sorgente di ultrasuoni, viene orientata opportunamente. Queste onde acustiche vengono poi riflesse con una nuova frequenza, a seconda della velocità vettoriale delle particelle sanguigne. Gli apparecchi doppler funzionano paragonando tra loro le frequenze emessa e riflessa e misurandone la differenza; da questa misurazione è possibile risalire alla velocità del sangue ed al verso di percorrenza dello stesso.



- f_D = frequenza con Doppler shift;
- f_0 = frequenza emessa dalla sonda;
- V = velocità degli eritrociti;
- $\cos\theta$ = coseno dell'angolo tra direzione del flusso e direzione degli ultrasuoni;
- c = velocità di propagazione degli ultrasuoni nel sangue (1560/ms).



Meteorologia

Il Radar Doppler Meteorologico può valutare la velocità delle idrometeore che generano l'eco e conseguentemente la velocità del vento, fornendo quindi informazioni utili sulla dinamica delle nubi. Il Radar Doppler è quindi molto più versatile rispetto ad un radar tradizionale che consente solamente di rilevare l'intensità delle precipitazioni, ma che nulla ci può dire sulla futura evoluzione del sistema perturbato. Questa tecnologia radar costituisce quindi il principale strumento per il nowcasting, ossia per la previsione a brevissimo termine.





Sicurezza



Il Telelaser, a volte chiamato in gergo “pistola laser”, è un rilevatore di velocità istantanea utilizzato dalle Forze dell'Ordine per controllare la velocità dei veicoli in strada. A differenza dell'Autovelox classico, che tipicamente dispone di una postazione fissa, il Telelaser può esser trasportato e utilizzato praticamente in tutti i tratti di strada. L'apparecchio viene puntato dagli agenti di Polizia Stradale su un veicolo ed emette un fascio laser che lo colpisce. Subito dopo viene riflesso verso il Telelaser. Durante questa operazione la frequenza del laser subisce una variazione in funzione della velocità del veicolo che può quindi esser subito calcolata.



Amplificatori Leslie

Si basano sulla rotazione degli altoparlanti dell'amplificatore in modo da creare un piccolo effetto Doppler e da fornire al suono una certa spazialità, migliorando l'acustica all'interno delle chiese. Questa percezione tridimensionale è il frutto della somma dell'effetto Doppler, dovuto allo spostamento relativo delle fonti sonore rispetto all'ascoltatore, e delle riflessioni del suono conseguenti alla rotazione. Presto i diffusori Leslie divennero lo standard di ogni installazione Hammond se si desiderava produrre il caratteristico suono quasi "brontolante"





Chorus

Il chorus è un effetto elettronico per strumenti musicali elettrificati o elettronici, il cui scopo è di simulare la compresenza di più sorgenti sonore dello stesso tipo. La caratteristica principale di un coro è proprio dovuta allo sfasamento tra le componenti che lo compongono. Questo porta ad avere un suono di insieme (detto anche “ensemble”) che si differenzia da una voce singola, proprio per la sua ricchezza timbrica, data dalle piccole differenze tra i vari elementi.

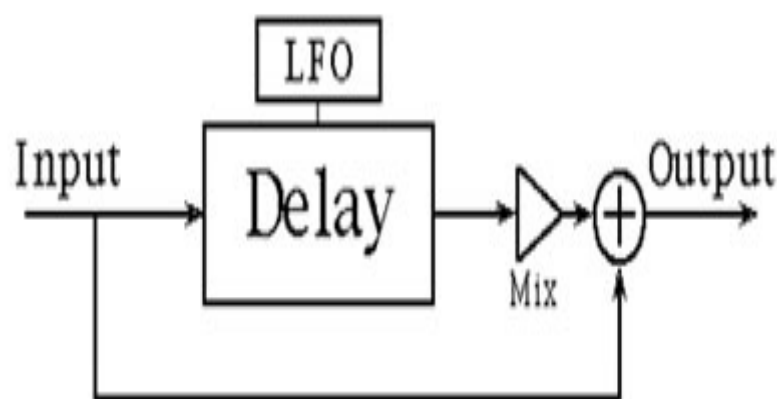


Figura n.1

La struttura dell'effetto consiste in un mixer che raggruppa, oltre al segnale di ingresso inalterato, una o più voci supplementari da esso ricavate mediante l'utilizzo di linee di ritardo. Il mixer riunirà pertanto più segnali audio, con fase e altezza leggermente differenti, generando così la sensazione di più sorgenti simultanee. Il tempo di ritardo viene generalmente modulato con un oscillatore a bassissima frequenza (LFO), in modo da applicare un effetto Doppler al suono, così da alzarne e abbassarne gradatamente il pitch e provocare piccole differenze di fase.



Strumenti musicali



Esistono strumenti musicali che sfruttano l'effetto Doppler per rendere particolari effetti onomatopeici, come ad esempio il tamburo a frizione rotante che in Romagna è chiamato "Raganella". Quando il piccolo tamburo rotea, l'ascoltatore percepisce due picchi di frequenza modulati progressivamente ed alternativamente verso l'alto e verso il basso, e questo porta ad un suono simile al gracidare di rana



Le campane oscillanti risultano beneficate dall'Effetto Doppler. Il suono della campana, durante l'oscillazione, risulta notevolmente vivacizzato dal continuo avvicinarsi e sovrapporsi di frequenze alternativamente crescenti e calanti, arricchendosi di sfumature variabili ed articolate.



Conclusioni



- Questo viaggio alla scoperta dell'Effetto Doppler, ci fa comprendere come fenomeni che sperimentiamo inconsciamente nella vita di tutti i giorni, possano avere innumerevoli applicazioni per il progresso tecnologico in molti settori. Quindi, aguzziamo i sensi e...non dare nulla per scontato!



<Salvatore Stefano Furnari>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE