LA COMPOSITION DES MOUVEMENTS VIBRATOIRES

I- Généralité :

En **physique**, **phénomène** se présentant sous divers aspects et dans divers domaines de la physique (**acoustique**, **électricité**, etc.), qui se manifeste par une **amplification** de la **réponse** ou de l'**amplitude** des **vibrations** d'un **système** quelconque**,** en fonction de la **fréquence** de l'**excitation**, et dépend de la fréquence caractéristique du système

1- Principe :

En prenant deux diapasons égaux et en mettant l'un des deux en vibration, on observe que l'autre, sollicité par les **ondes** émises par le premier, se met également à vibrer ; le même phénomène apparaît lorsque le second diapason a une fréquence multiple celle du premier.

MM' + MM1 + MM2

2- Enoncé du principe :

En mettant un diapason en vibration en contact avec un **caisson parallélépipédique** (dont une des faces est ouverte), le **son** se renforce d'une façon sensible : la variation d'amplitude (et non pas de fréquence) du son émis est due à ce que la colonne d'**air** intérieure au caisson se met également à vibrer, ajoutant ses vibrations à celles du diapason. Les **caisses de résonance** ou caisses **harmoniques** fonctionnent sur le même principe.

Une force périodique, même si son intensité est limitée, peut produire de très grandes **oscillations** dans un système, pour peu que la **puissance** de la **force** excitatrice soit voisine ou égale à la fréquence propre du système excité.

MM' = MM2 + MM1 + MM3 + III + MM1

Ainsi, les **arbres de transmission** possèdent des vitesses de rotation critiques, auxquelles ils entrent en résonance, se mettent à osciller comme des **cordes vibrantes** et risquent de casser.

Une fois ces vitesses dépassées, le risque disparaît. La fréquence propre d'un système dépend en général de ses caractéristiques physiques (**dimension** pour un système acoustique, **inductance** et **capacité** pour un système électrique, **constante** de raideur pour un ressort, etc.).

Ce phénomène, utile dans beaucoup d'applications en **électronique** et en acoustique, se révèle en général dangereux pour les **véhicules** (**bris de pièce**, etc.) ainsi que pour différents types de **constructions** (**ponts**, **tours**, etc.).

3- Construction de Fresnel :

Soit y1 et y2 deux mouvements vibratoires de même période et de même direction agissant simultanément sur le même point M1. On a :

$Y1 = a1 \sin (wt + \varphi_1)$

$Y2 = a2 \sin (wt + \varphi_2)$

La vibration résultante du point M et Y telle que $g = y_1 + y_2$.

D'après Fresnel, à chaque fonction sinusoïdale on associe un vecteur tournant, le module est égal à l'amplitude a de la vitesse angulaire (w) et le module est égal à φ module a_1

Y1 -----------> M1 / phase φ_1

Y2 ------------> MM2 /module a_2

Y --------------> MM/phase cP

4- Détermination l'amplitude de a :

Application du théorème de Pythagore au triangle MM'J

$MM' = a$; $a_2 = M'J_2 + MJ_2$ ou / $M'J = M'I + IJ$

avec / $M'I = a1 \sin \varphi_1$

$IJ = M_2 k = a_2 \sin \varphi_2$

$M'J = a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2$

$MJ = MK + kJ$ avec / $MK = a_2 \cos \varphi_2$

$KJ = a_1 \cos \varphi_1$

$MJ = a_1 \cos \varphi_1 + {}_2 \cos \varphi_2$

$a_2 = MJ_2 + MJ_2$

$a^2 = (a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2)^2 + (a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2)^2$

après developpement et arrangement, on trouve :

$a^2 = a^2{}_2 + 2\, a1\, a2 \cos (\varphi 2 – \varphi 1)$

$a = \sqrt{\ } a1 + a2^{2} + 2a1\, a2 \cos (\varphi 2 – \varphi 1$

- La phase = φ

On considère le triangle rectangle MM'J

$$\tan \varphi = \frac{M'J}{MJ} = \frac{a1 \sin \varphi 1 + a2 \sin \varphi 2}{a1 \cos \varphi 1 + a2 \cos \varphi 2}$$

$$\tan \varphi = \frac{a1 \sin \varphi 1 + a2 \sin \varphi 2}{a1 \cos \varphi 2 + a2 \cos \varphi 2}$$

5- Les cas particuliers :

a- Vibrations en phase :

Si les deux vibrations sont de même phase :

$\varphi 1 = \varphi 2$ ou $\varphi 2 = \varphi 1 + k + 2\, km$ avec k e a

les vecteurs MM1 et MM2 et MM2 et MM' ont même support et même sens

$a = a1 + a2$

$\varphi = \varphi 1 = \varphi 2$

b- Vibration en opposition de phase :

Si le phasage est égal à $(2\,k + 1)\,\pi$; k e a

$\Delta\varphi = \varphi 2 - \varphi 1 = (2\,k + 1)\,\pi$

$a1 > a2$

c- Vibration en quadrature de phase :

Les deux vecteurs sont en quadrature si $\varphi 2 - \varphi 1 = \pm \pi/2\ 2\,k\,\pi$

$a^2 = a1 + a2^2$

$a = \sqrt{a1^2 + a2^2}$