

CREA-SONS est un appareil qui permet de montrer :

- que la somme de fonctions sinusoïdales de fréquences  $N$ ,  $2N$ ,  $3N$ , ... est une fonction périodique de fréquence  $N$ .
- le principe du synthétiseur
- l'effet de la hauteur et du timbre d'un son
- l'insensibilité de l'oreille au changement de phase d'une harmonique.

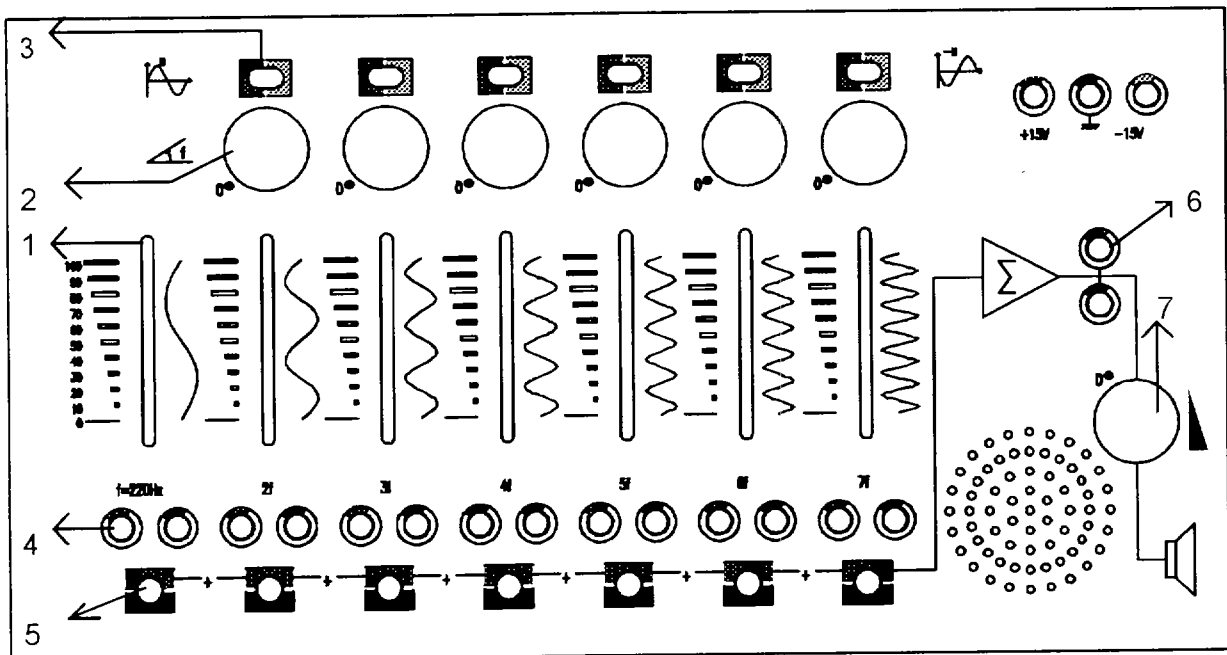
### I - DESCRIPTION

CREA-SONS génère une fréquence fondamentale ( $220 \text{ Hz} \pm 2 \%$ ) et 6 fréquences harmoniques (440, 660, 880, 1 100, 1 320, 1 540 Hz à  $\pm 2 \%$ ).

Il dispose de :

- ① - 7 potentiomètres linéaires pour réglage de l'amplitude de chacune des fréquences.
- ② - 6 potentiomètres rotatifs pour déphaser chacune des harmoniques.
- ③ - 6 Interrupteurs pour déphaser de  $180^\circ$ , individuellement, chacune des harmoniques.
- ④ - 7 paires de douilles bananes permettant la visualisation de chacune des fréquences.
- ⑤ - 7 interrupteurs pour couper, individuellement, chacune des fréquences sans changer le réglage des potentiomètres linéaires.
- ⑥ - une sortie fiches bananes pour le signal issu du sommateur.
- ⑦ - un potentiomètre rotatif commandant la restitution du son sur le haut parleur intégré.

(★ les chiffres ① à ⑦ correspondent à la légende du schéma ci-dessous)



## II - MISE EN SERVICE

### 2.1. Matériels nécessaires

une alimentation F15 +/-  
un oscilloscope

Réf : 281 084  
Réf : 291 125

### 2.2. Matériels complémentaires

**Interface ESAO 3**  
+ Carte PC ESAO  
ou Carte Config. PC

Réf : 451 003  
Réf : 451 005  
Réf : 451 047

ou :

**Console ESAO 3.1**  
+ Carte Interface ESAO 3.1

Réf : 451 091  
Réf : 451 090

Adaptateur Voltmètre  
Logiciel SONORAMA  
ou SONORAMA 2

Réf : 452 001  
Réf : 000 815 et 000 818  
Réf : 000 864 à 000 867

### 2.3. Mise en place

Connecter les bornes + 15 V, - 15 V et la masse de CREA-SONS à une alimentation + 15, -15 V  
Mettre l'alimentation en marche.

## III - LE SON

Les ondes sonores se propagent longitudinalement dans : un gaz, un liquide ou un solide.  
Dans l'air, les ondes sonores sont des compressions et des détentes successives des molécules d'air.

La vitesse d'un son dépend, essentiellement, du milieu et de la température. Dans l'air sec, la vitesse d'un son est de : 331 m/s à 0°C; 344 m/s à 20 °C.

Dans un liquide ou solide, le son se propage plus rapidement que dans un gaz.

En général, la vitesse d'un son est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité du milieu, et directement proportionnelle à la racine carrée de l'élasticité du milieu.

A titre d'exemple, la vitesse du son :

- dans l'eau, est de 1530 m/s et augmente avec la température
- dans le cuivre, est de 3350 m/s et diminue avec la température car l'élasticité du cuivre diminue avec la température.

Les ondes sonores obéissent aux mêmes lois de réflexion, de réfraction et d'interférences que la lumière.

Un son simple, une note musicale par exemple, peut être complètement décrit par 3 caractéristiques perceptibles par l'oreille :

- hauteur, niveau ou amplitude, timbre.

Celles-ci correspondent respectivement aux trois caractéristiques physiques : fréquence, amplitude et spectre d'harmoniques.

### **FREQUENCE :**

La fréquence est déterminée par le nombre de vibrations par seconde, et elle a pour unité le Hertz (Hz). Les sons audibles ont une plage de fréquence entre 15 Hz et 20 KHz.

## **AMPLITUDE :**

L'amplitude d'une onde sonore traduit le degré de mouvement qu'elle engendre, sur les molécules d'air. Ceci correspondant à un niveau de détente ou de compression de l'air qui accompagne cette onde.

## **TIMBRE :**

Le timbre se quantifie par la richesse des harmoniques. Cette caractéristique permet de distinguer le son des différents instruments de musique, car ceux-ci ne génèrent pas le même spectre d'harmoniques.

## **INTENSITE :**

La distance à laquelle on entend un son, est liée à l'intensité de ce son. On note que l'intensité est inversement proportionnelle au carré de la distance.

L'oreille humaine est sensible aux ondes sonores de fréquences variant entre 15 et 20 000 Hz. Cette sensibilité n'est pas linéaire dans cette plage-là.

L'oreille est plus sensible à la variation de la fréquence que celle de l'amplitude. Pour des sons purs, l'oreille perçoit une variation de la fréquence d'environ 0.3%, tandis qu'elle ne distingue pas des variations de l'amplitude inférieures à 20%.

A noter que, pour la même hauteur mais pour deux amplitudes bien distinctes, l'oreille peut percevoir une légère différence de hauteur.

## **IV - MANIPULATIONS**

### *Précautions :*

*Avant toute manipulation s'assurer que les interrupteurs inverseurs (déphaseurs de 180 °), situés vers le haut de l'appareil, sont dirigés vers la sériographie rouge.*

*- les 6 potentiomètres rotatifs sont sur la position bloquée.*

*- les interrupteurs des potentiomètres linéaires sont fermés (dirigés vers +).*

### **4.1. Somme de fonctions sinusoïdales**

#### **1ère étape**

Mettre tous les potentiomètres linéaires à zéro. Sélectionner une fréquence. Positionner le potentiomètre linéaire à 100. Observer la période sur l'oscilloscope. Calculer la fréquence. Répéter la manipulation pour toutes les fréquences.

#### Remarque :

Les fréquences ainsi calculées sont des multiples de 220 Hz à 2% près.

#### **2ème étape**

Choisir un réglage arbitraire des sept potentiomètres linéaires. Observer, sur la voie A de l'oscilloscope, le signal issu du sommateur. Noter sa période. Calculer sa fréquence.

Observer, sur la voie B de l'oscilloscope, le signal de la fréquence fondamentale (220 Hz). Comparer les périodes de la voie A et B. Constater qu'elles sont identiques.

Changer le réglage des potentiomètres linéaires. Comparer les périodes des signaux sur les voies A et B de l'oscilloscope.

En conclure que la somme de signaux sinusoïdaux de fréquence  $N$ ,  $2N$ ,  $3N$  est un signal périodique de fréquence  $N$ .

## 4.2. Signal carré

Retrouver la courbe obtenue par :

$$Y(t) = A \left[ \cos t + \frac{1}{3} \cos (3t) + \frac{1}{5} \cos (5t) + \frac{1}{7} \cos (7t) + \dots \right]$$

La reproduire, avec Créa-Sons, en réglant :

- . le potentiomètre, correspondant à  $f$ , sur 100
  - . le potentiomètre, correspondant à  $3f$ , sur 33
  - . le potentiomètre, correspondant à  $5f$ , sur 20
  - . le potentiomètre, correspondant à  $7f$ , sur 14
- Visualiser le signal issu du sommateur. L'écouter.

## 4.3. Signal triangle

Retrouver la courbe obtenue par :

$$Y(t) = A \left[ \cos t + \frac{1}{9} \cos (3t - 180^\circ) + \frac{1}{25} \cos (5t) + \frac{1}{49} \cos (7t - 180^\circ) + \dots \right]$$

La reproduire avec Créa-Sons en réglant :

- . le potentiomètre, correspondant à  $f$ , sur  $\approx 11$   
et l'interrupteur inverseur positionné vers la sérigraphie verte  
(position inverseur).
- . le potentiomètre, correspondant à  $5f$ , sur 4  
et l'interrupteur inverseur positionné vers la sérigraphie rouge  
(position non inverseur).
- . le potentiomètre, correspondant à  $7f$ , sur  $\approx 2$   
et l'interrupteur inverseur positionné vers la sérigraphie verte  
(position inverseur).
- . les potentiomètres correspondant aux fréquences  $2f$ ,  $4f$  et  $6f$  étant à zéro.

Visualiser le signal issu du sommateur. L'écouter.

## 4.4. Hauteur d'un son

Positionner les potentiomètres linéaires à 100.

Mettre les interrupteurs de chaque fréquence en position ouverte (interrupteurs dirigés vers la sérigraphie noire). Fermer, alternativement les interrupteurs en gardant, à chaque fois, un seul interrupteur fermé. Visualiser sur un oscilloscope, et écouter l'effet de la hauteur.

## 4.5. Timbre

Choisir arbitrairement un réglage des potentiomètres linéaires. Mettre les interrupteurs de chaque fréquence en position fermée. Écouter le son émis par le haut parleur.

Visualiser le signal issu du sommateur sur un oscilloscope. Ouvrir, arbitrairement, un ou plusieurs interrupteurs des fréquences (dirigés vers la sérigraphie noire). Visualiser le signal et écouter le son. Les différents sons issus de cette manipulation correspondent à des sons ayant la même fréquence et des timbres différents.

#### 4.6. Influence de la phase

Choisir, arbitrairement, un réglage des potentiomètres linéaires. Mettre tous les interrupteurs en position fermée (vers sérigraphie rouge). Visualiser sur un oscilloscope le signal issu du sommateur. Noter sa période. Ecouter le son émis par le haut parleur. Varier de façon lente la phase d'une des harmoniques, tout en observant sur l'oscilloscope que la période ne change pas. Observer la variation du signal issu du sommateur : sa forme change. Ecouter attentivement le son émis : l'oreille n'est pas sensible à cette variation.

#### 4.7. Observation des courbes Lissajous

Choisir un réglage des potentiomètres linéaires. Connecter sur la voie A de l'oscilloscope, la fréquence fondamentale. Connecter sur la voie B, l'une des harmoniques. Valider la fonction XY de l'oscilloscope.

Observer le résultat sur l'oscilloscope.  
Changer le réglage, observer le résultat.

#### 4.8. Utilisation avec ESAO et Sonorama

Pour la mise en place de SONORAMA et ESAO, voir la notice de Sonorama et de la console ESAO.

Connecter le signal issu du sommateur à l'adaptateur voltmètre qui est branché sur la voie 1 de ESAO, et le connecter également à un oscilloscope.

- Choisir un réglage des potentiomètres linéaires.

Faire une acquisition sur SONORAMA. Observer le signal Courbe de Sonorama, le comparer avec le signal reproduit par l'oscilloscope.

Faire l'analyse et la synthèse du signal sur Sonorama. Comparer le Spectre en fréquence de Sonorama et le réglage des potentiomètres linéaires.

Reproduire le son synthétisé par Sonorama, et le comparer avec le son émis par Créa-Sons.

Remarque: Un ordinateur de type PC 386 DX 25 MHz ou supérieur est nécessaire, pour une reproduction exacte, de la fréquence du son, par Sonorama.

- Choisir dans le menu Fonctions "Somme des sinusoides...", entrer les coefficients et mettre la fréquence à 220 Hz. Analyser et synthétiser une période. Observer le spectre obtenu. Ajuster les potentiomètres linéaires sur Créa-Sons, de telle sorte qu'ils soient proportionnels aux barres jaunes de la fenêtre Spectre de Sonorama.

Restituer le son par Sonorama et le comparer à celui émis par Créa-Sons.

### **SERVICE APRES VENTE**

Pour toutes réparations, réglages, pièces concernant cet appareil pendant ou après la garantie, adressez-vous à :

**S.A.V. JEULIN  
BP 1900  
27019 EVREUX CEDEX  
FRANCE**

## CREA-SONS

Ordering Code: 222 029

CREA-SONS is an instrument used to demonstrate:

- that the sum of sine functions with frequencies  $N$ ,  $2N$ ,  $3N$ , ... is a periodic function with frequency  $N$ ;
- the principle of the synthesizer;
- the effect of the pitch and timbre of a sound;
- the insensitivity of the ear to a harmonic phase change.

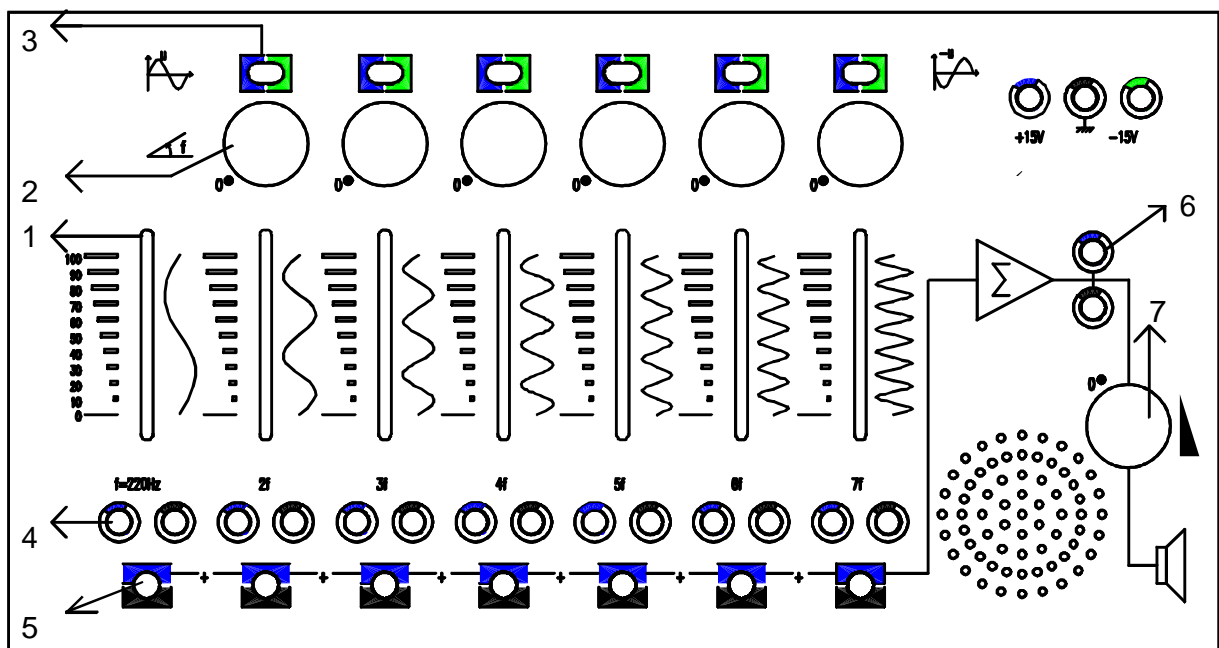
### I - DESCRIPTION

CREA-SONS generates a fundamental frequency ( $220 \text{ Hz} \pm 2 \%$ ) and 6 harmonic frequencies ( $440, 660, 880, 1100, 1320, 1540 \text{ Hz} \pm 2 \%$ ).

It comprises:

- ① - 7 slide potentiometers for setting the amplitude of each frequency.
- ② - 6 rotary potentiometers for shifting the phase of each harmonic.
- ③ - 6 switches to introduce a 180 deg. phase shift for each individual harmonic.
- ④ - 7 pairs of banana sockets allowing the visualization of each frequency.
- ⑤ - 7 switches allowing each frequency to be individually switched off without altering the slide potentiometer settings.
- ⑥ - a banana plug output for the signal from the summing device.
- ⑦ - a rotary potentiometer to control the sound monitoring via the built-in loudspeaker.

(★ the digits ① to ⑦ correspond to the legend of the diagram below)



## **II - SETUP**

### **2.1. Required equipment**

one power supply F15 +/-	P/N: 281 084
one oscilloscope	P/N: 291 125

### **2.2. Additional equipment**

<b>ESAO 3 Interface</b>	P/N: 451 003
+ ESAO PC Board	P/N: 451 005
or PC Config. Board	P/N: 451 047

or:

<b>ESAO 3.1 Console</b>	P/N: 451 091
+ ESAO 3.1 Interface Board	P/N: 451 090

Voltmeter Adapter	P/N: 452 001
Software: SONORAMA	P/N: 000 815 and 000 818
or SONORAMA 2	P/N: 000 864 to 000 867

### **2.3. Installation**

Connect the +15V, -15V and ground terminals on the CREA-SONS onto a +15V/-15V power supply  
Switch the power supply ON.

## **III - SOUND**

Sound waves propagate longitudinally in a gas, a fluid or a solid.

In air, the sound waves are successive compressions and expansions of the air molecules.

The velocity of a sound is mainly dependent on the medium and on the temperature. In dry air, the velocity of a sound is 331 m/s at 0°C and 344 m/s at 20°C.

In a fluid or solid, sound propagates more quickly than in a gas.

Generally, the velocity of a sound is inversely proportional to the square root of the medium density and directly proportional to the square root of the medium elasticity.

By way of example, the velocity of sound:

- in water is 1530 m/sec and increases with temperature
- in copper is 3350 m/sec and decreases with temperature because the elasticity of copper decreases as its temperature increases.

Sound waves follow the same reflection, refraction and interference laws as light.

A simple sound, e.g. a musical note, can be fully described by 3 characteristics that the ear can perceive:

- pitch, level or amplitude, timbre.

These characteristics correspond to the three physical characteristics: frequency, amplitude and harmonic spectrum, respectively.

### **FREQUENCY:**

The frequency is determined by the number of vibrations per second and it is expressed in the unit Hertz (Hz). The frequency of audible sounds ranges from 15 Hz to 20 kHz.

## **AMPLITUDE:**

The amplitude of a sound wave indicates the amount of motion that it generates for the air molecules. This corresponds to an air expansion or compression level that goes along with this sound wave.

## **TIMBRE:**

The timbre is quantified by the richness in harmonics. This characteristic allows the sounds of the various musical instruments to be distinguished as they do not generate the same harmonic spectra.

## **INTENSITY:**

The distance at which a sound can be heard is related to the intensity of said sound. Note that intensity is inversely proportional to the square of the distance.

The human ear responds to sound waves with frequencies in the range from 15 to 20,000 Hz. This sensitivity is not linear within this range.

The ear is more sensitive to a variation in frequency than to a variation in amplitude. In the case of pure sounds, the ear can perceive a frequency variation of about 0.3% whilst it cannot distinguish amplitude variations of less than 20%.

Note that, with an identical pitch but with two well distinct amplitudes, the ear may perceive a slight pitch difference.

## **IV - EXPERIMENTS**

*Precautions: Before you make any experiment, ensure that*

- *the selector switches (180 deg. phase shifters) on the upper part of the instrument are toggled towards the red silkscreen-printed marks,*
- *the 6 rotary potentiometers are in their locked position,*
- *the slide potentiometer switches are off (toggled towards +).*

### **4.1. Summing of sine functions**

#### **Step 1**

Set all slide potentiometers on zero. Select a frequency. Position the slide potentiometer on 100. Observe the period on the oscilloscope. Calculate the frequency. Repeat the experiment for all frequencies.

Note: The resulting calculated frequencies are multiples of 220 Hz to within 2%.

#### **Step 2**

Select arbitrary settings for the seven slide potentiometers. Observe the signal from the summator on channel A of the oscilloscope. Record its period. Calculate its frequency.

Observe the signal corresponding to the fundamental frequency (220 Hz) on channel B of the oscilloscope. Compare the periods of channel A and channel B. Ascertain that they are identical.

Change the slide potentiometer settings. Compare the signal periods on channels A and B of the oscilloscope.

Conclude that the sum of sine signals with frequencies  $N$ ,  $2N$ ,  $3N$  is a periodic signal with frequency  $N$ .

## 4.2. Square signal

Find the curve derived from:

$$Y(t) = A \left[ \cos t + \frac{1}{3} \cos (3t) + \frac{1}{5} \cos (5 t) + \frac{1}{7} \cos (7t) + \dots \right]$$

Use the Crea-Sons to reproduce it with the following settings:

- . set the potentiometer corresponding to f on 100
- . set the potentiometer corresponding to 3f on 33
- . set the potentiometer corresponding to 5f on 20
- . set the potentiometer corresponding to 7f on 14

Visualize the signal from the summator. Monitor it.

## 4.3. Sawtooth signal

Find the curve derived from:

$$Y(t) = A \left[ \cos t + \frac{1}{9} \cos (3t - 180^\circ) + \frac{1}{25} \cos (5 t) + \frac{1}{49} \cos (7t - 180^\circ) + \dots \right]$$

Use the Crea-Sons to reproduce it with the following settings:

- . set the potentiometer corresponding to f on  $\approx 11$   
and toggle the selector switch towards the green silkscreen-printed mark (reversing switch position).
- . set the potentiometer corresponding to 5f on 4  
and toggle the selector switch towards the red silkscreen-printed mark (non-reversing switch position).
- . set the potentiometer corresponding to 7f on  $\approx 2$   
and toggle the selector switch towards the green silkscreen-printed mark (reversing switch position).
- . set the potentiometers corresponding to frequencies 2f, 4f and 6f on zero.

Visualize the signal from the summator. Monitor it.

## 4.4. Pitch of a sound

Set the slide potentiometers on 100.

Set the switches corresponding to the individual frequencies in their open position (switches toggled towards the black silkscreen-printed mark). Close the switches alternately with only one switch closed at a time. Visualize on an oscilloscope and monitor the effect of pitch.

## 4.5. Timbre

Select arbitrary settings for the slide potentiometers. Set the switches corresponding to the individual frequencies in their closed position. Listen to the sound returned by the loudspeaker.

Visualize the signal from the summator on an oscilloscope. Arbitrarily open one or frequency switches (toggled towards the black silkscreen-printed mark). Visualize the signal and monitor the sound. The various sounds obtained in this experiment correspond to sounds having the same frequency and different timbres.

#### 4.6. Influence of phase

Select arbitrary settings for the slide potentiometers. Set all the switches in their closed position (toggled towards the red silkscreen-printed marks). Visualize the signal from the summator on an oscilloscope. Record its period. Monitor the sound returned by the loudspeaker. Slowly vary the phase of one harmonic and observe on the oscilloscope that the period does not change. Observe the variation du signal from the summator: its shape is changed. Listen carefully to the emitted sound: the ear cannot sense this variation.

#### 4.7. Observation of Lissajous curves

Select a setting for the slide potentiometers. Connect the fundamental frequency to the oscilloscope channel A. Connect one of the harmonics to channel B. Validate the oscilloscope XY function.

Observe the result on the oscilloscope.  
Change the setting and observe the result.

#### 4.8. Use with ESAO and Sonorama

To install SONORAMA and ESAO, refer to the instructions provided with Sonorama and the ESAO console.

Connect the signal from the summator to the voltmeter adapter linked to ESAO channel 1 and to an oscilloscope.

- Select a setting for the slide potentiometers.

Perform an acquisition with SONORAMA. Observe the Sonorama Curve signal and compare it with the signal displayed on the oscilloscope.

Perform an analysis and synthesis of the signal on Sonorama. Compare the frequency Spectrum on Sonorama and the slide potentiometer settings.

Play the sound synthesized by Sonorama and compare it with the sound emitted by Crea-Sons.

Note: A PC type microcomputer using a 386 DX 25 MHz or higher is required for an accurate reproduction of the sound frequency by Sonorama.

- Select the "Sine summation" option from the Functions menu, enter the coefficients and set the frequency at 220 Hz. Analyze and synthesize a period. Observe the obtained spectrum. Adjust the slide potentiometers on Crea-Sons so that they are proportional to the yellow bars in the Spectrum window of Sonorama. Play the Sonorama sound and compare it with the sound emitted by Crea-Sons.

### **CUSTOMER SERVICE**

For any repairs, adjustments, spare parts concerning this instrument, both under warranty and after the expiry of the warranty period, contact:

**S.A.V. JEULIN  
BP 1900  
27019 EVREUX CEDEX  
FRANCE**

**Déclaration CE de conformité**  
**aux exigences de la directive 89/336/CEE**  
**"Compatibilité ElectroMagnétique"**

Nous déclarons sous notre seule responsabilité que le produit :

We declare under our own responsibility, that the following product :

Declaramos bajo nuestra unica responsabilidad que el producto :

**CREA-SONS**

**REF : 222 029**

est conforme aux dispositions de la directive 89/336/CEE

is in accordance with the directive 89/336/CEE

es conforme a las disposiciones de la directiva 89/336/CEE

Les normes appliquées sont : **EN 50081-1 , EN 50082-1**

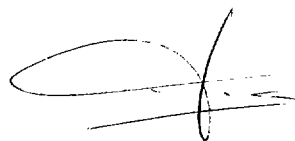
The applied standards are :

Las normas aplicadas son :

Evreux, janvier 96



D GERARD  
Directeur Technique



JY FRIBOULET  
Responsable Qualité