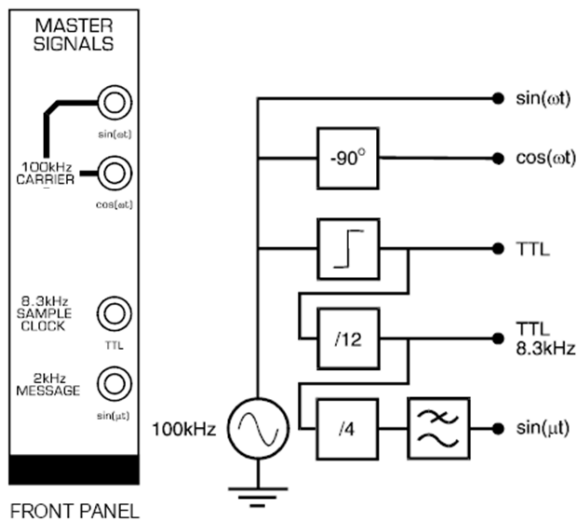


## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

### 1. Master Signals

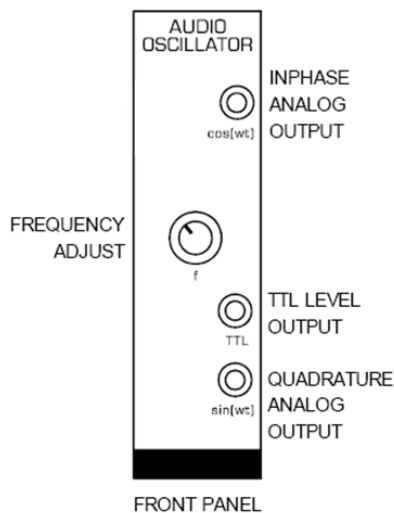


BLOCK DIAGRAM

เป็นโมดูลที่กำเนิดสัญญาณต่างๆ ให้แก่ระบบ ได้แก่

- สัญญาณพาห้ (carrier signal)  
สัญญาณ  $\sin \omega t$  และ  $\cos \omega t$  ที่ความถี่ 100 kHz
- สัญญาณข้อมูล (message)  
สัญญาณ  $\sin \omega t$  ที่ความถี่ 2 kHz
- สัญญาณ TTL clock pulse (Sample clock)  
สัญญาณ digital pulse ที่ความถี่ 8.3 kHz

### 2. Audio Oscillator



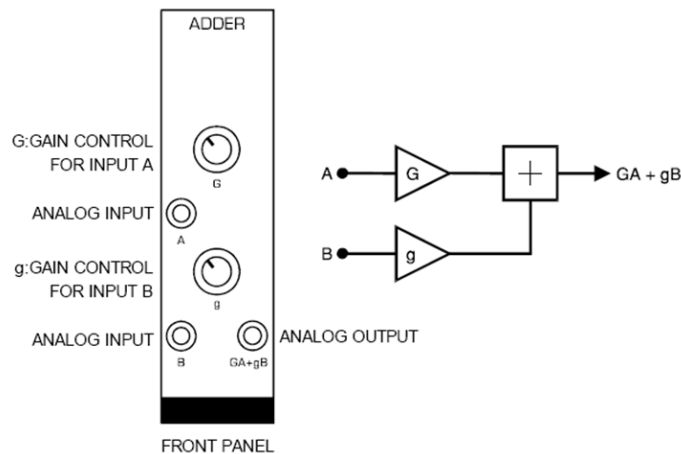
FRONT PANEL

BLOCK DIAGRAM

เป็นโมดูลกำเนิดสัญญาณต่างๆ สัญญาณที่โมดูลนี้สร้างได้แก่

ซึ่งแต่ละสัญญาณสามารถปรับความถี่ในช่วง 300 Hz – 10kHz ได้ที่ Frequency adjust (f) ขนาดของสัญญาณเท่ากับ 4 Vpp

### 3. Adder



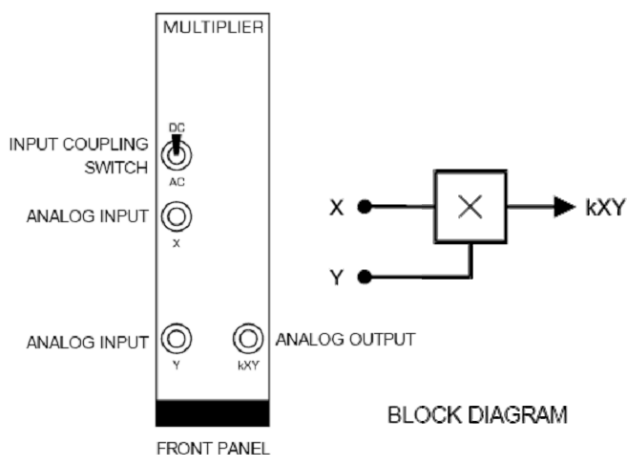
เป็นโมดูลที่ทำการบวกสัญญาณขาเข้าที่ A และ B โดย

- สัญญาณที่ A จะถูกขยาย ด้วยการคูณกำลังขยาย (gain: G)
- สัญญาณที่ B จะถูกขยาย ด้วยการคูณกำลังขยาย (gain: g)
- ผลลัพธ์ที่ได้

$$\text{Output} = GA + gB$$

$$- 0 < G < 2 \text{ และ } 0 < g < 2$$

### 4. Multiplier



เป็นโมดูลทำการคูณสัญญาณขาเข้าที่ X และ Y

$$\text{Output} = kXY$$

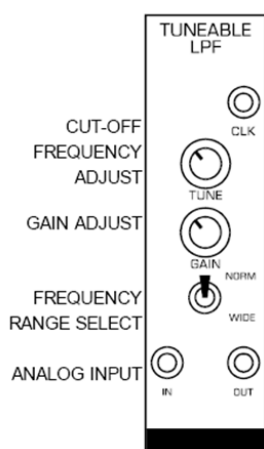
$$K \sim 1/2$$

- Input Coupling Switch (DC/AC)

DC: ไม่เปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณขาเข้าที่ X และ Y

AC: ทำหน้าที่ปรับสัญญาณขาเข้าที่ X และ Y ให้เป็นสัญญาณ AC (กระแสสลับ)

### 5. Tunable LPF (Low Pass Filter)



เป็นโมดูลในการเลือกผ่านสัญญาณขาเข้า IN เฉพาะในช่วงความถี่ต่ำ โดยสัญญาณที่ผ่านออกมา

ทาง OUT จะอยู่ในช่วงความถี่ที่ปรับโดย TUNE

$$f_{\text{OUT}} = f_{\text{TUNE}}$$

โดย สามารถเลือกความถี่ได้ 2 ช่วงจาก Frequency Range Select

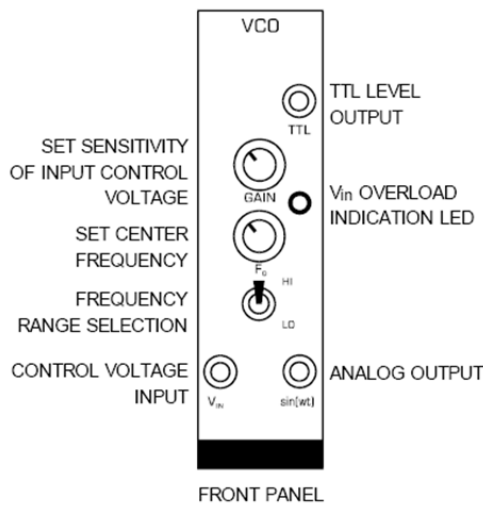
$$\text{- Norm: } 900 \text{ Hz} < f_{\text{TUNE}} < 5 \text{ kHz}$$

(นิยมใช้เนื่องจากควบคุมความถี่โดยตรงของความถี่ผ่านในช่วงความถี่ต่ำได้ดี)

$$\text{- Wide: } 2 \text{ kHz} < f_{\text{TUNE}} < 12 \text{ kHz}$$

Gain Adjust: GAIN: ปรับกำลังขยายขนาดของสัญญาณขาออก OUT

## 6. VCO (Voltage Control Oscillator)



เป็น โมดูลสำหรับทำ Frequency Modulation (FM) เพื่อทำการส่งสัญญาณ  $V_{in}$  ที่ความถี่  $f_{in}$  ด้วยการมอดูเลตไปกับสัญญาณพาห้ ซึ่งทำให้สัญญาณพาห้ เปลี่ยนความถี่ไปตามขนาดของสัญญาณ  $V_{in}$

- GAIN:  $G \times V_{in} \quad (1 < G < 2)$

- HI / LO:

$$70 \text{ kHz} < f_{HI} < 130 \text{ kHz},$$

$$1.5 \text{ kHz} < f_{LO} < 17 \text{ kHz}$$

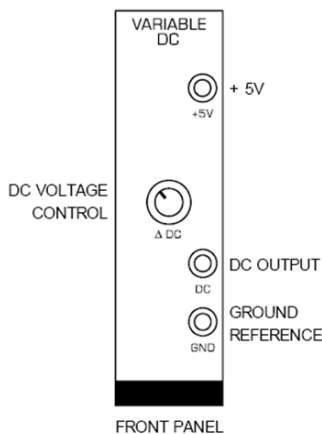
-  $F_0$ : Set Center Frequency ( $F_0$  ที่ใช้แทน  $(V_{in\_MAX} + V_{in\_MIN})/2$ )

ใช้ปรับความถี่ที่เป็นตัวแทนของ  $V_{in}$  ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของช่วง

$V_{in}$

หมายเหตุ: โมดูลนี้ต้องใช้คู่กับ โมดูล VARIABLE DC

## 7. VAR DC and Amplifiers (Variable DC and Amplifiers)



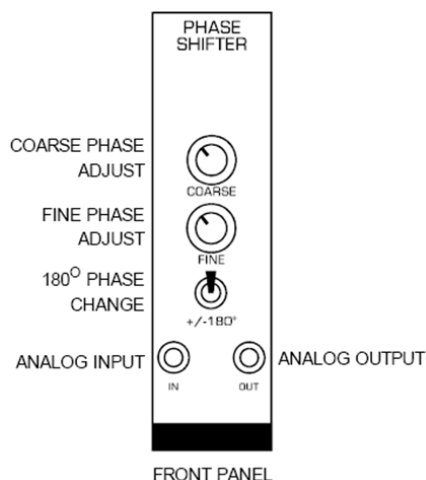
เป็น โมดูลที่สร้างสัญญาณกระแสตรง (DC) โดยสามารถเลือกต่อสัญญาณได้ 2 ลักษณะ

- +5V: สัญญาณ DC คงที่ 5 V

- DC OUTPUT & GND: สัญญาณ DC ปรับค่าได้

$$-2.5 \text{ V} < V_{DC} < 2.5 \text{ V}$$

## 8. Phase Shifter



เป็น โมดูลที่ใช้เปลี่ยน phase ของสัญญาณ Analog Input โดย

$$IN = A \cos \omega t; \quad OUT = A \cos(\omega t - \phi); \quad 0 \leq \phi \leq 180^\circ$$

- HI/LO:

HI: รองรับสัญญาณ Analog Input ที่ความถี่ 100 kHz

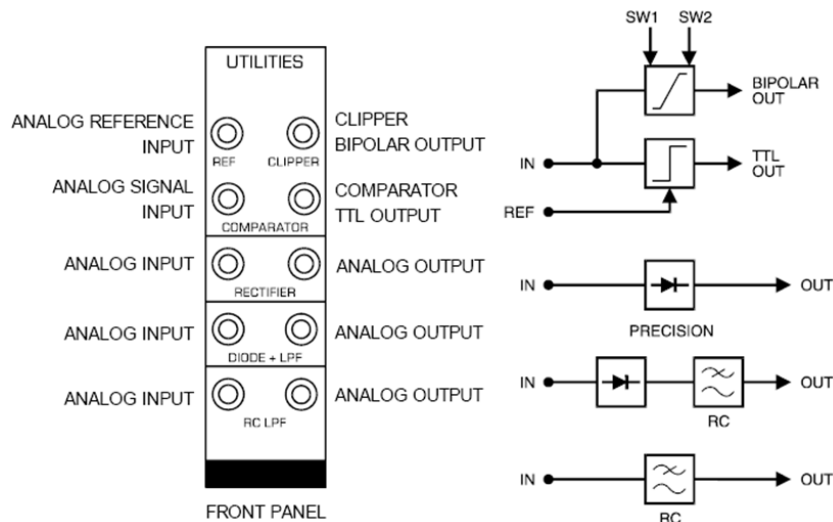
LO: รองรับสัญญาณ Analog Input ที่ความถี่ 2 kHz

- COARSE/FINE

COURSE: ปรับความถี่หยาบในช่วง  $0 \leq \phi \leq 180^\circ$

FINE: ปรับความถี่ละเอียดในช่วง  $0 \leq \phi \leq 20^\circ$

## 9. Utilities



เป็นโมดูลที่ทำงานได้ทั้งหมด 5 ฟังก์ชัน

1. Clipper: ทำการตัดยอดด้านบวกและลบของสัญญาณ Analog Input

$$-1.8 \text{ V} < V_{\text{clipper}} < 1.8 \text{ V}$$

2. Comparator: ทำการเปลี่ยนสัญญาณ Analog Input ให้เป็นสัญญาณ Digital pulse โดย การเทียบค่าขนาดของสัญญาณ Analog

Input กับค่าขนาดของ REF

$$V_{\text{in}} > V_{\text{REF}} \rightarrow V_{\text{out}} = \text{TTL High}$$

$$V_{\text{in}} < V_{\text{REF}} \rightarrow V_{\text{out}} = \text{TTL Low}$$

3. Rectifier: Halfwave Rectifier ผ่านสัญญาณ Analog Input เฉพาะช่วงที่มีขนาดเป็นบวก

$$V_{\text{OUT}} = \begin{cases} V_{\text{in}} & V_{\text{in}} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

4. Diode + LPF: Halfwave Rectifier และ Low Pass Filter

ผ่านสัญญาณ Analog Input เฉพาะช่วงที่มีขนาดเป็นบวก และผ่านสัญญาณเฉพาะความถี่ต่ำในช่วงสัญญาณเสียง (audio frequency) เพื่อลดสัญญาณ ripple ของสัญญาณจาก Diode และได้  $V_{\text{OUT}}$  ที่มี ripple น้อยเข้าใกล้สัญญาณ DC

5. RC LPF: RC Low Pass Filter

ผ่านสัญญาณ Analog Input เฉพาะความถี่ต่ำในช่วงสัญญาณเสียง (audio frequency)