



# MUS2280

## Digital Audio og MIDI IV

# Synthesizeren

Foreleser:

**Hans T. Zeiner-Henriksen**

e-mail: [h.t.zeiner-henriksen@imv.uio.no](mailto:h.t.zeiner-henriksen@imv.uio.no)

Tlf.: Mob.: 48059723 Kontor: 22854857

# Mål for dagens undervisning:

Dere skal kjenne til hovedelementene i en synthesizer (med subtraktiv syntese) og kunne orientere dere på et software instrument.

Oscillator, filter, amplifiser.

Envelope (ADSR), LFO, velocity, keyb. follow.

Lowpass-filter, resonance.

Globale settings; voices, tuning, glide/portamento, volume.

Rutinger, effekter.

## Mål 2:

Kunne benytte denne kunnskapen til å lage lyder og endre ferdigprogrammerte lyder - dvs. kjenne til de ulike elementenes funksjon.

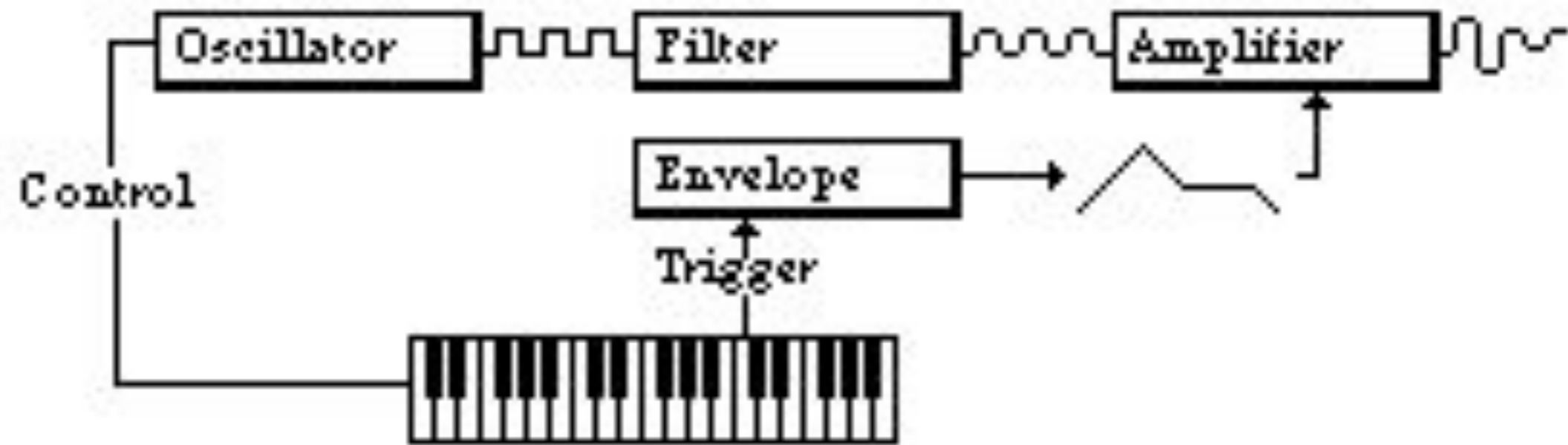
# Synthesizeren

Ordet synthesizer stammer fra det greske ordet syntithetai som betyr forbinde, sette eller stille sammen.

I musikkammenheng brukes det til å beskrive en type utstyr/instrument som kan generere og/eller manipulere elektroniske signaler.

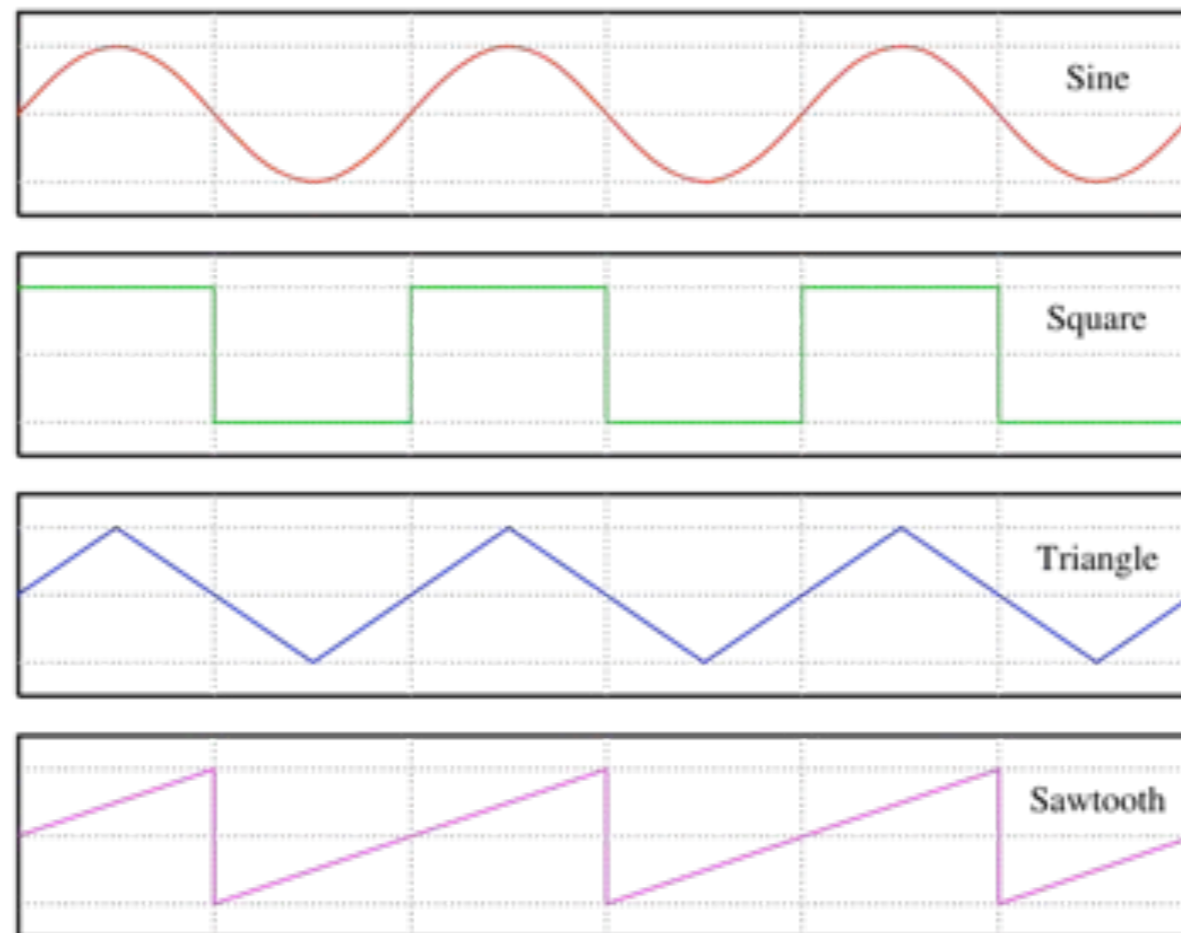
# Subtraktiv syntese

De første kommersielle synthene fra 70-tallet var alle analoge og genererte lydene ved bruk av subtraktiv lydsyntese. Hver lyd bygger på en utgangsslyd fra en spenningsstyrt tonegenerator (Voltage Controlled Oscillator - VCO) som deretter blir filtrert/trukket fra (derav subtraktiv) gjennom spenningsstyrte filtre (Voltage Controlled Filter - VCF) og formet til slutt gjennom en sluttforsterker (Voltage Controlled Amplifier - VCA).



## Voltage controlled Oscillator (VCO)

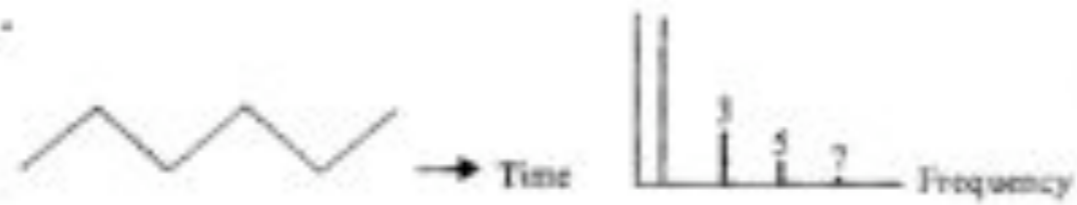
Den spenningsstyrte analoge tonegeneratoren generer forskjellige bølgeformer: Sinus-, triangel-, sagtann (sawtooth)-, firkant (square)- og puls-bølge.



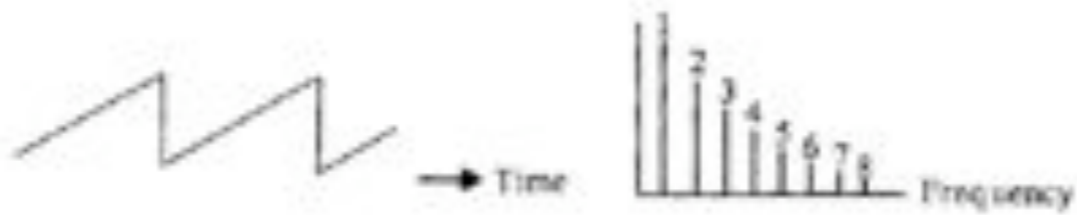
BOLGEFORMER (Rossing s.137..)



(a) Square wave



(b) Triangle wave



(c) Sawtooth



(d) Pulse



## Voltage Controlled Filter (VCF)

En elektronisk krets som er designet for å dempe et frekvensområde - som ofte ved bruk av et lavpass-filter som kutter bort overtoner (Lowpass=Highcut).

## Voltage Controlled Amplifier (VCA)

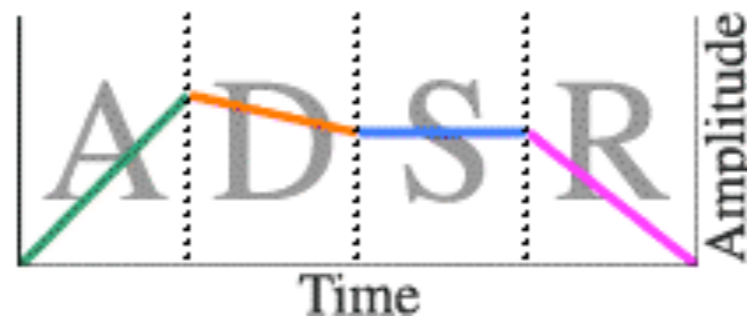
En elektronisk forsterker som varierer styrke ut i fra inngående signaler fra Envelope-generatoren.

## Envelopegeneratoren - ADSR-kurven

Bølgeformer som sagtann- og triangelbølger er i utgangspunktet ikke noe særlig ”musikalsk” lyd, sammenliknet med naturlig lyd som inneholder flere overtoner og som er mer komplisert bygd opp. For å gjøre bølgeformene mer ”musikalske” og ”naturlige” genererer Envelopegeneratoren flere forskjellige lydprofiler, såkalte ADSR-kurver.

En ADSR-kurven(omhyllingskurven – måten nivået til en lyd eller et signal varierer over tid) kan deles inn i fire forskjellige deler: **Attack**, **Decay**, **Sustain** og **Release**.

- Attacken vil si den tid det tar for lyden å oppnå full styrke
- Decay er tiden det tar for lyden å klinge til et visst nivå
- Sustain er nivået utklingningen synker til.
- Release er tiden det tar for lyden å dø helt ut etter at tangenten er sluppet opp.



Envelope Generator - En krets som skaper et signal som representerer ”Envelopen” ...dvs. f.eks kontrollerer en Oscillator, ulike filter eller modulations innstillinger.

Monofonisk = entonig

Polyfonisk = flertonig



Minimoog 1970



Sequential Prophet 5, 1978

## Modulering

**Modulasjon:** frekvensmessig påvirkning av et signal mot et annet signal. (kan også være AM-modulasjon). **Modulator:** er en tonegenerator som ikke klinger, men modulerer( påvirker) en annen klingende tonegenerator.

## LFO - Low Frequency Oscillator

En bølgeform mellom 0,1 og 10 Hz. Danner ingen egen hørbar lyd men benyttes til å modulere - i hovedsak tonegeneratoren.



CONTROLLERS

OSCILLATOR BANK

MIXER

MODIFIERS

OSCILLATOR -1  
FREQUENCY

OSCILLATOR -2

OSCILLATOR -3

TUNE

OSCILLATOR  
MODULATION

MODULATION MIX

OVERRIDE

OSC. 1  
CONTROL

WAVEFORM

VOLUME

EXTERNAL  
OSC. SYNC

MIXER

MOD. 1

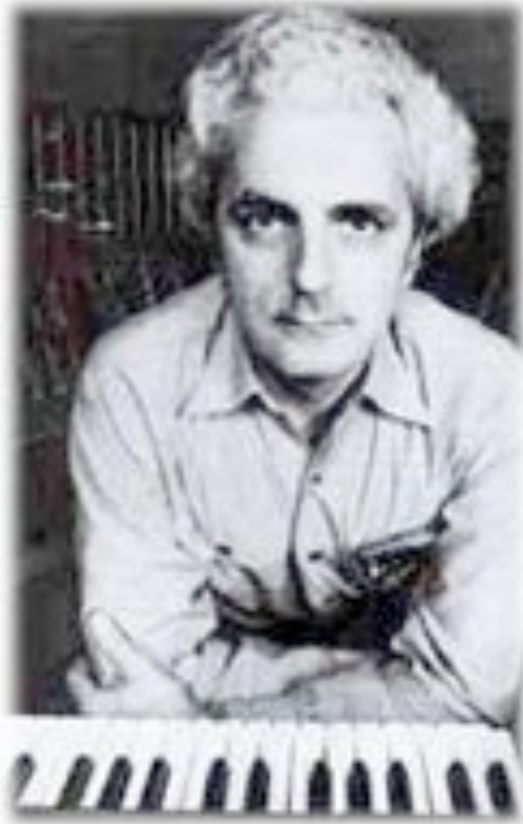
MODIFIERS

WHEEL

MOD

## Historie:

- Moog, Robert -synthens far. 1961-63: lagde Theremin



R. Moog



W. Carlos

- 1964: Bygde elektroniske synthesizere.
- Første synthesizere ble designet i samarbeid med komponistene Herbert A. Deutsch og Walter (senere Wendy) Carlos.
- "Switched on Bach" (68) - bare bruk av moog-synther. Solgt millionvis.
- Fra 1968: Moog-instrumenter gikk fra elektroniske avantgarde miljøer til mer kommersielle populærmusikalske miljøer. The Beatles og Rolling Stones kjøpte synther.



Robert Moog



Moog Modular 1967 - monofonisk, 10 VCO, 5 VCA. 61 tangenter keyboard

Eks.: The Beatles: «Maxwell Silver Hammer» fra «Abbey Road» (1969)

Eks.: Emerson, Lake & Palmer: «The Curse of Baba Yaga» fra «Pictures at an Exhibition» (1971)





Rick Wakeman - fra The Six Wifes of Henry VIII (1973) - Minimoog

# Join Together

The Who - Join Together - munnharpelyden er en Arp 2500



Største ulempene ved analoge synther:

Ustabile tonegeneratorer.

Ingen mulighet for å lagre lyder.

Løsning (begynnelsen av 80-tallet):

Digital Controlled Oscillator

+ lagringsmuligheter.



Roland Juno-60, 1982

## Additive Lydsynteser – benyttes I digitale synther

- Lydene bygges fra bunnen av (som en naturlig lyd) grunntoner + overtoner.
- Et problem med rendyrket additive synteser - krever mange tone- og envelopegeneratorer. Hver grunntone og hver overtone skal ha tone- og envelopegeneratorer = stort prosjekt.

### Billig form for additiv lydsyntese:

Yamahas *FM-teknikk*: 6 oscillatorer som frekvensmodulerer hverandre. I FM-teknikken kalles oscillatorene for operatorer –disse har igjen en egen envelope generator. Ved å kombinere de ulike operatorene (forskjellige algoritmer)+ gi operatorene forskjellige oppgaver (lydbærere eller modulatorer) = komplekse lydbilder og timbre.

80-tallet:



Yamaha DX7, 1983 - FM-syntese:  
algoritmer, sinusbølger, operatorer,  
carrier - modulator

80-tallet:



Korg Poly 800, 1983



Eks.: Yazoo:  
«Only You»  
(1982)

Roland Jupiter 8, 1982

80-tallet:



Roland D50, 1987

80-tallet:



Korg M1, 1989



90-tallet:



Roland JP-8000, 1996



Roland V-Synth, 2003



Arturia Moog Modular V, 2003

## Mål for dagens undervisning:

Dere skal kjenne til hovedelementene i en synthesizer (med subtraktiv syntese) og kunne orientere dere på et software instrument.

Oscillator, filter, amplifiser.

Envelope (ADSR), LFO, velocity, keyb. follow.

Lowpass-filter, resonance.

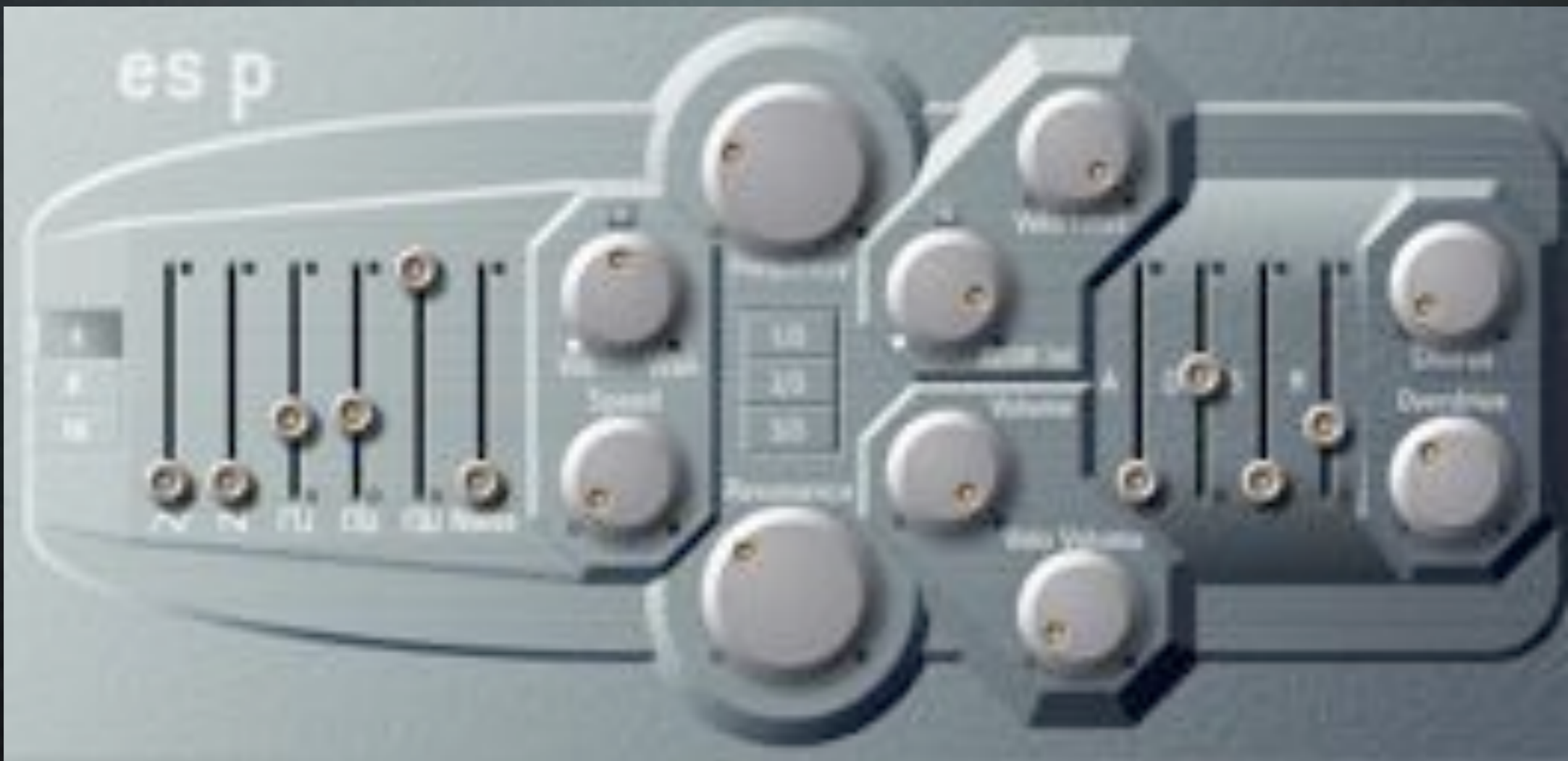
Globale settings; voices, tuning, glide/portamento, volume.

Rutinger, effekter.











The main control panel features several key elements:
 

- Wave:** A knob on the left with a 'Wave' label and a 'Full' indicator.
- Filter:** A central circular knob with 'Filter' text in the center, surrounded by a frequency scale from 0 to 20000 Hz.
- ADSR:** A knob on the right with 'ADSR' text and a 'Level via Vol' indicator.
- Mix:** A vertical slider between the Wave and Filter knobs.
- Drive:** A vertical slider between the Filter and ADSR knobs.
- ES1 Logo:** The logo for the software is prominently displayed in the center.

This section provides detailed control for the synthesizer's parameters:
 

- Wave:** A sub-section with a 'Wave' knob and a 'Low Frequency Oscillator' label.
- Filter:** A sub-section with a 'Filter' knob, a '7.01Hz' display, and a 'Low Pass Filter' label.
- Mod Envelope:** A sub-section with a 'Mod Envelope' knob, a 'Form' knob, and a 'Mod Envelope' label.
- ADSR:** A sub-section with four vertical sliders labeled 'A', 'D', 'S', and 'R'.

The bottom status bar contains the following information:
 

- 0.000ct:** Tuning indicator.
- 30%:** Amplitude indicator.
- 2:** Filter Range indicator.
- 3.0dB:** Out Level indicator.
- 16:** Voices indicator.
- On:** Change indicator.

Poly  Mono  Inputs  Triggers  Release  New  Full Screen  3D View

The main interface features several sections:
 

- Top Left:** Controls for 'Time' (knob), 'Analog' (knob), and 'LFO' (knob).
- Top Center:** A large circular area with a central display and several smaller knobs.
- Top Right:** Controls for 'Saw Level' (knob) and 'Wave' (knob).
- Bottom:** A volume knob and a 'Save' button.

Control: <b>Cut 1+2</b> On Env2	Control: <b>DistWave1</b> On LFO1	Control: <b>LfoRate</b> On Hyb-d	Control: <b>LfoRate</b> On Hyb-d	Control: <b>Cutoff 1</b> On Mod-WH1	Control: <b>Amp</b> Off Hyb-d	Control: <b>Cutoff 1</b> Off Env2	Control: <b>Cut 1+2</b> Teeth LFO2	Control: <b>Rate 1</b> On Teeth	Control: <b>On</b> On LFO1	<input type="button" value="None"/> <input type="button" value="Vector"/> <input type="button" value="Mix XY"/>
---------------------------------------	---	--	--	---	-------------------------------------	---	--	---------------------------------------	----------------------------------	---

Rate: **1** (High) | **2** (Low) | **1/16** (Fast)

Wave:  A |  V |  Q |  N |  G |  J |  O |  D |  S |  P |  T |  L |  B |  W |  M |  Y |  K |  X |  C |  F |  H |  Z |  J |  L |  V |  N |  B |  M |  Y |  K |  X |  C |  F |  H |  Z

Filter: **1** (Low) | **2** (High) | **1/16** (Fast)

Envelope: **1** (Low) | **2** (High) | **1/16** (Fast)

3D  2D  Flat  Wire  Grid  Snap  Lock  Zoom  Pan  Rotate  Scale  Reset

The top panel of the printer interface is divided into several functional zones:

- Left Zone:** Contains three 'SELECT' buttons (1, 2, 3) and a large 'MATERIAL' display in the center. The display shows 'WAVESRAPER' and a 'FEED RATE' of 100 mm/min. Below the display are 'WAVE' and 'FIXTURE' buttons.
- Top Zone:** Includes 'MODE' buttons for 'E-STOP', 'START', 'E-STOP', and 'STOP'. A 'WAVE' button is also present.
- Right Zone:** Features a 'poly mono legato' material selection dropdown, three 'THERMAL CHAMBER' buttons (Left, Center, Right), and three 'FEED RATE' buttons (100 mm/min, 150 mm/min, 200 mm/min). A graph shows the thermal chamber temperature profile.
- Bottom Zone:** Includes three 'SELECT' buttons (1, 2, 3) and three 'FEED RATE' buttons (100 mm/min, 150 mm/min, 200 mm/min). A graph shows the feed rate profile.

The software interface provides detailed control over the printing process:

- Material Settings:** The 'LF02' material is selected. The 'THERMAL CHAMBER' is set to 'OFF'. The 'FEED RATE' is set to 100 mm/min.
- Temperature Control:** A 'THERMAL CHAMBER' graph shows the temperature profile over time. The 'THERMAL CHAMBER' is currently set to 'OFF'.
- Feeder Control:** A 'FEEDER' graph shows the feed rate profile over time. The 'FEEDER' is currently set to 'OFF'.

The status bar at the bottom of the interface displays the following information:

- Printed:** 100%
- Time:** 1:00:00
- Printed:** 100%
- Time:** 1:00:00

# SUBTRACTOR

POLYPHONIC SYNTHESIZER

**Pattern**

Hold On  
 Legato  
 Rytmg  
 Mode

Parameters  
 Low 8th  
 Polyphony  
 A. Track  
 Enst  
 Breath  
 Env Mod

F. Free  
 F. Free  
 F. Free  
 LFO1  
 Phase  
 FM  
 LFO2  
 A. Env  
 FM

Range  
 Band  
 Mod

**OSC 1**

Waveform  
 Wave  
 Mute  
 Add Track

Phase  
 Det  
 Sqr  
 Saw  
 LFO

**OSC 2**

Waveform  
 Wave  
 Mute  
 Add Track

Phase  
 Det  
 Sqr  
 Saw  
 LFO

**Noise**

Noise  
 Count  
 Level

**Mod Envelope**

Dec 1  
 Dec 2  
 Mix  
 F. Env  
 Phase  
 Freq 2  
 Test

**LFO 1**

Sync  
 Phase  
 Amount

Dec 1.2  
 Dec 3  
 F. Free  
 FM  
 Phase  
 Mix  
 Test

**LFO 2**

Dec 1.2  
 Phase  
 F. Free  
 Amp  
 Test

Read  
 Amount  
 Env  
 Wave

**Filter 1**

Low  
 Filter 2

Noise  
 HP 10  
 LP 10  
 LP 24

Type  
 Test

Freq Res  
 Freq Res  
 Level

**Filter Envelope**

Dec 1  
 Dec 2  
 Mix  
 F. Env  
 Phase  
 Freq 2  
 Test

**Amp Envelope**

Dec 1  
 Dec 2  
 Mix  
 F. Env  
 Phase  
 Freq 2  
 Test

**Vibrato**

Freq 1  
 2. Env  
 2. Env  
 Mix  
 4. Env  
 Phase

# Malström

SEAMLESS SYNTHESIS

Lesson

mp43743m 1

legato note on

polyphony

performance

range

VELOCITY

incA incB F.am

atk soft mod

MOD WHEEL

index

soft filter mod

MIDI A

1-shot sync

late pitch lasso shift

MIDI B

1-shot sync

late motion vol filter modA

Final eChoir

motion index

soft octave semi cut

A C B D

vel

SHAPER

- line
- naturale
- slip
- swell
- rollup

mode

FILTER ENVY

lpf12

hpf12

comb+

comb-

am

mode

env lfo

res freq

Final eChoir

motion index

soft octave semi cut

A C B D

vel

SHAPER

- lpf12
- hpf12
- comb+
- comb-
- am

mode

res freq

FILTER ENVY

lpf12

hpf12

comb+

comb-

am

mode

env lfo

res freq

spread

volume



## Oppgave 3 - Synthesizerlyd:

Lag enten to lyder (f.eks. en string-lyd og en perk-lyd) fra scratch eller gjør radikale endringer med noen ferdigprogrammerte lyder og gjør en innspilling med disse. Redegjør for hvordan lydene er bygget opp eller hvilke parametre som er endret og hvordan.

Gjør til slutt sporene om til audio-spor men behold de opprinnelige MIDI-sporene.