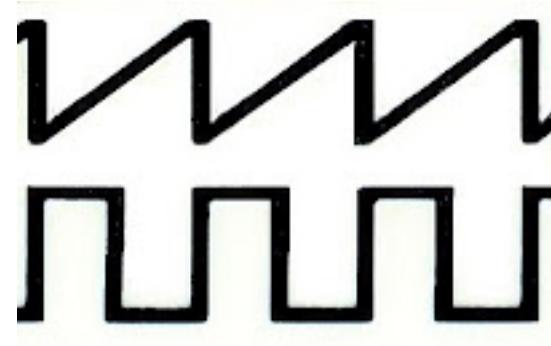


# Síntese Sonora

Parte 1: Introdução



Curso Tecnologia Musical

Prof. Regis Rossi Faria

Rev. 1º Sem. 2015

# Organização da aula

- Tópicos e objetivo da aula
- Bibliografia recomendada
- Contextualização
- Teoria e exemplos
- Revisão da aula

# Tópicos da aula

- Entre as maiores vantagens dos dispositivos eletrônicos está a capacidade quase infinita de se poder trabalhar timbres e sons criando-se instrumentações e ambientações
- Nesta aula abordaremos as principais técnicas ou métodos de síntese sonora

# Bibliografia recomendada

- Roads, C. (1996). *The Computer Music Tutorial*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Miranda, E. R. (2005). *Computer Sound Design, Synthesis techniques and programming*. Oxford: Focal Press. 2<sup>a</sup> ed.
- Russ, M. (1996). *Sound synthesis and sampling*. Oxford: Focal Press.
- Chadale, J. (1997) *Electric Sound: The Past and Promisse of Electronic Music*. New Jersey: Prentice Hall.
- Moscal, T. (1994). *Sound Check: The Basics of Sounds and Sound Systems*. Milwaukee Hal Leonaard Corporation.

# Sitiografia recomendada

- Puckette, M. The Theory and Technique of Electronic Music.  
<http://crca.ucsd.edu/~msp/techniques.htm>
- Rocchesso, D. (2003). Introduction to Sound Processing. Acesso online:  
<http://www.scienze.univr.it/~rocchess>. ISBN 88-901126-1-1
- Clark, J. Advanced Programming Techniques for Modular Synthesizers.  
[http://www.cim.mcgill.ca/~clark/nordmodularbook/nm\\_book\\_toc.html](http://www.cim.mcgill.ca/~clark/nordmodularbook/nm_book_toc.html)
- Sound synthesis tutorial, University of Salford.  
[http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics\\_info/sound\\_synthesis/](http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics_info/sound_synthesis/)
- Basic of Sound Synthesis, por David Marshall.  
<http://www.fortunecity.com/emachines/e11/86/synth1.html>
- Burk, P. Polansky, L. et al. Music and Computers, A theoretical and historical approach. Columbia University.  
<http://music.columbia.edu/cmc/MusicAndComputers/>

# Sitiografia recomendada

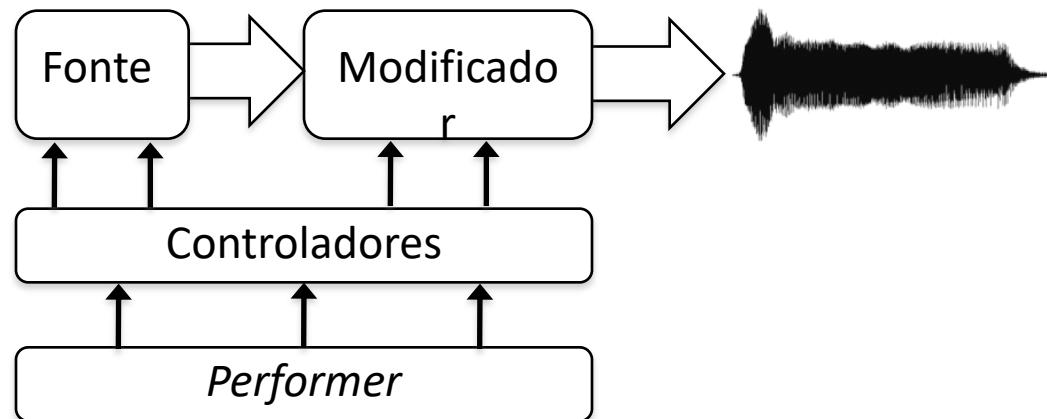
- The history of electronic music (Notan).  
<http://archive.notam02.no/DSP02/index.php?page=360>
- Tecnologia dos instrumentos musicais. [http://www.music-center.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91:tecnologia-dos-instrumentos-musicais&catid=13:instrumentos&Itemid=5](http://www.music-center.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91:tecnologia-dos-instrumentos-musicais&catid=13:instrumentos&Itemid=5)

# Síntese

- Processo de compor ou combinar diversas partes ou elementos em um todo maior
- Síntese sonora é a geração de sons utilizando-se sistemas eletro-acústicos.
- A síntese pode ser realizada usando-se *hardware* (circuitos analógicos e digitais) ou *software* (programas de computador)
- Nos processos de síntese podemos...
  - Definir a intensidade do som
  - Criar um espectro sônico
  - Controlar tonalidade e afinação

# Topologia básica de sintetizador

- A topologia básica do sintetizador parte do princípio de que instrumentos reais podem ser decompostos em 3 grandes partes:
  - Uma fonte sonora,
  - Um modificador (que processa a saída da fonte sonora), e
  - Controladores (que agem como uma interface entre o músico/*performer* e o instrumento)



# Topologia básica de sintetizador

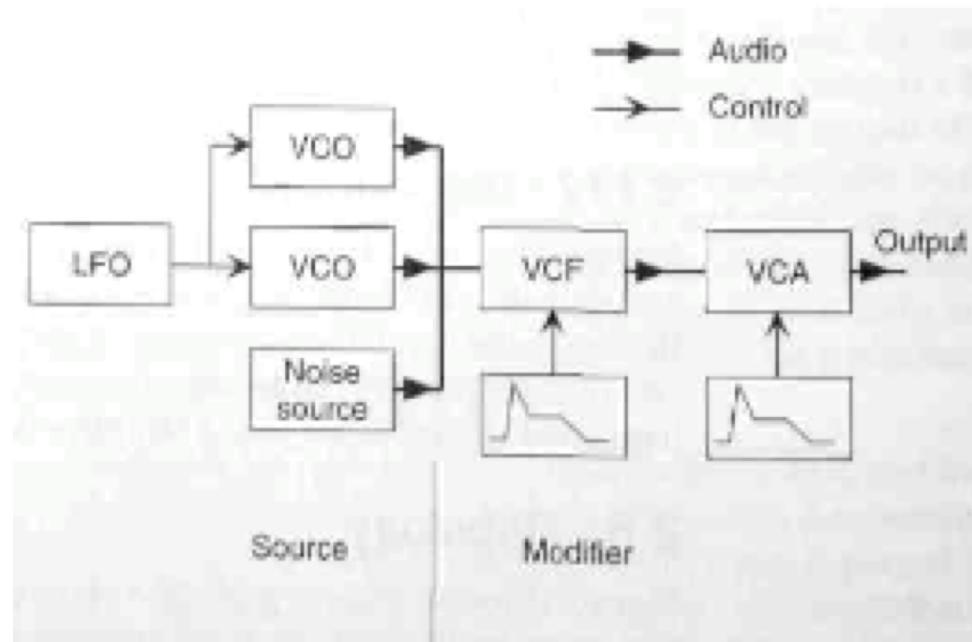
- Para fazer um sintetizador, o arranjo típico inclui
  - Uma seção de fontes (geradores de sinais) e
  - Uma seção de modificação/transformação
- Estas seções são implementadas através de uma combinação de *blocos básicos* que foram introduzidos nos sintetizadores da década de 1970 e até hoje são usados para montar sintetizadores
- Estes blocos básicos são o VCO, VCA, VCF, LFO, e os geradores de envelope (EG), que veremos com mais detalhes a seguir

# Módulos básicos

- Os blocos construtivos mais básicos são
  - VCO – *voltage controled oscilator*
  - VCA – *voltage controled amplifier*
  - VCF – *voltage controled filter*
  - EG – *envelope generator* (ex: ADSR)
  - LFO – *low frequency oscillator*
- Além destes, temos também os geradores de ruídos (*noise source*) que é uma fonte sonora de espectro amplo

# Topologia básica do sintetizador

- A figura ao lado mostra um exemplo de associação de blocos básicos na topologia de um sintetizador. Nela vemos:
  - Geradores de sinal (VCO, LFO, gerador de ruído)
  - Modificadores de sinal (VCF e VCA)
  - Controladores (EG)
- Vejamos agora cada um destes blocos básicos e seus parâmetros de controle típicos



# Oscilador (VCO)

- Função
  - Gerar de sinais de áudio
- Formas de onda padrão utilizadas originalmente
  - Triangular
  - Dente de serra
  - Quadrada
  - Senoidal
- Controles
  - Frequência (Freq)
  - Intensidade (Amp)
  - Sinal de controle (Gate)

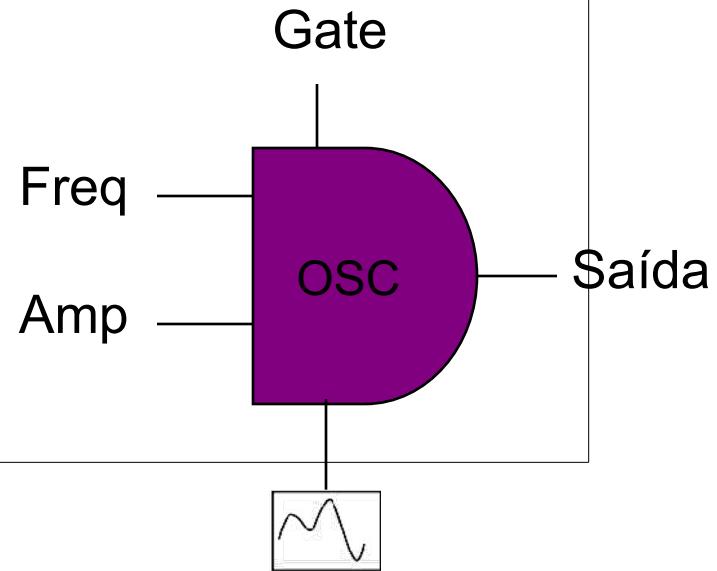
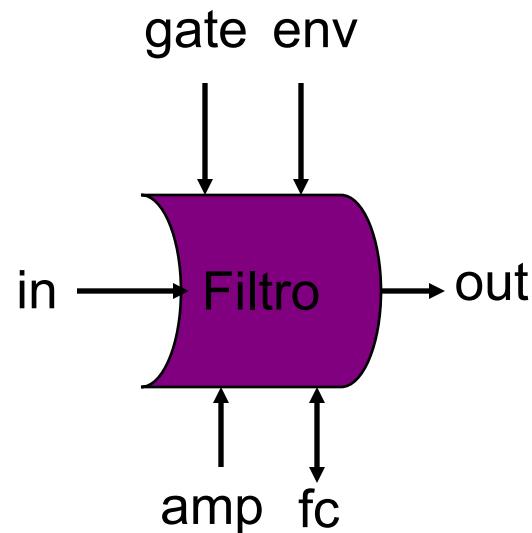


Tabela de Forma de onda

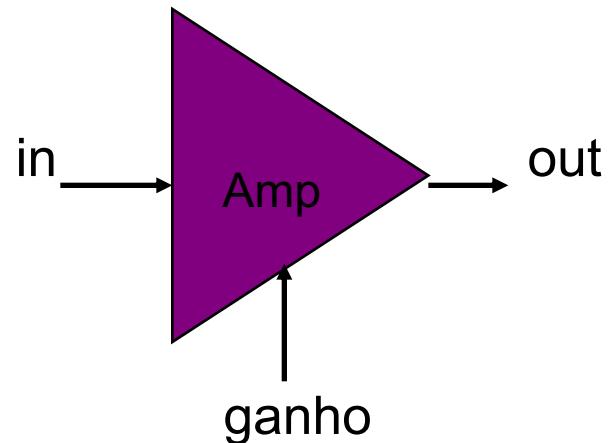
# Filtro (VCF)

- Função
  - Filtrar forma de onda gerada pelo oscilador de modo a modelar o espectro desejado
- Tipos
  - Passa baixas/altas
  - Passa faixa
  - Rejeita faixa
- Controles
  - Gate
  - Envoltória (env)
  - Frequência de Corte (fc)
  - Amplitude (amp)



# Amplificador

- Função
  - Amplificar a forma de onda proveniente do Filtro
- Controle
  - ganho



# Módulos Adicionais

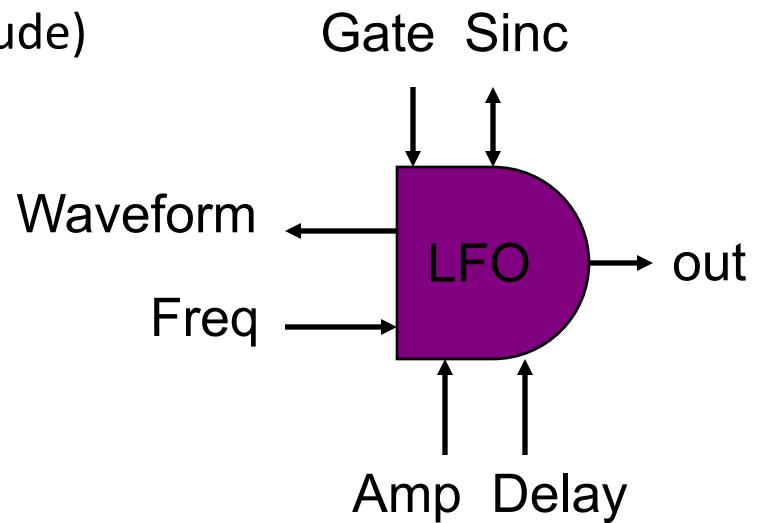
- Oscilador de Baixas Freqüências (LFO)

- Utilizado para modular:

- Oscilador = Vibrato (freqüência)
    - Amplificador = Tremolo (amplitude)
    - Filtro = Uaua (*wa-wa*)

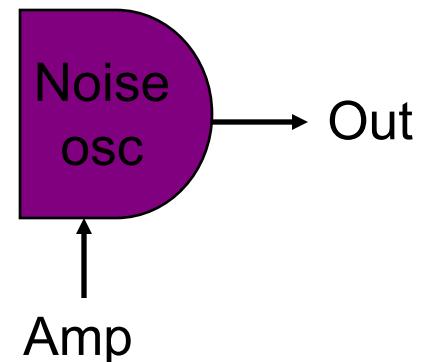
- Controles

- Gate e Retardo (Delay)
  - Forma de onda (Waveform)
  - Frequênciа (Freq)
  - Intensidade (Amp)
  - Sincronismo (Sinc)



# Módulos Adicionais

- Gerador de Ruído
  - Fornece sinal composto por todas as frequências audíveis
  - Tipos:
    - Branco: Igual intensidade em todas as frequências
    - Rosa: Corte gradual nas altas frequências
- Controles
  - Intensidade



# Exemplos dos módulos básicos

1. Patch Pd ilustrando um VCO
2. Veja exemplos de circuitos dos módulos básicos em  
<http://www.modular.fonik.de/Page37.html> (ex:  
3541\_VCO.pdf)
3. Sintetizador analógico simples construído com  
microcontroladores na internet, em  
<http://www.sdiy.org/labolida/tschppt.htm>

# Associando módulos básicos

- A modularidade é um aspecto central no *design* de sintetizadores
- Os módulos geradores ou fontes de sinais (*osciladores*) e os módulos modificadores (*como amplificadores VCA, filtros VCF, geradores de envelopes EG, e osciladores de baixa frequência LFO*) podem ser interconectados para a criação de instrumentos complexos (*patches*)



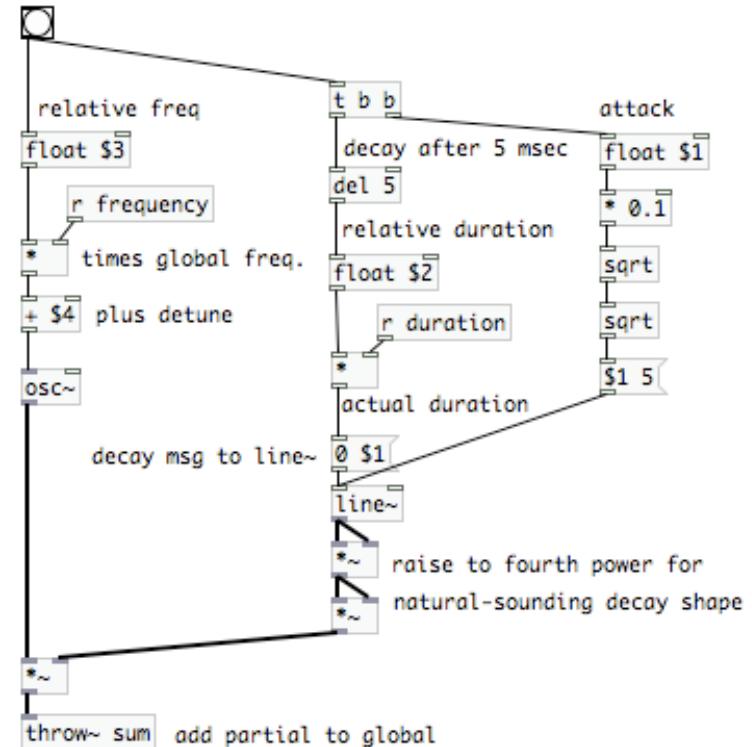
# Patch

- Um instrumento é produzido através da conexão dos módulos básicos em um *patch*

*Patch* analógico e físico

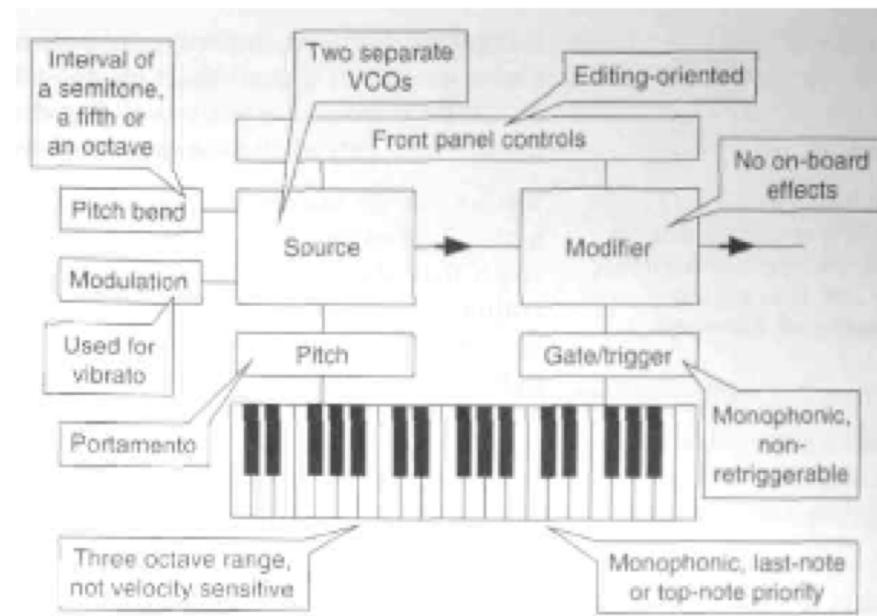


*Patch* digital e virtual



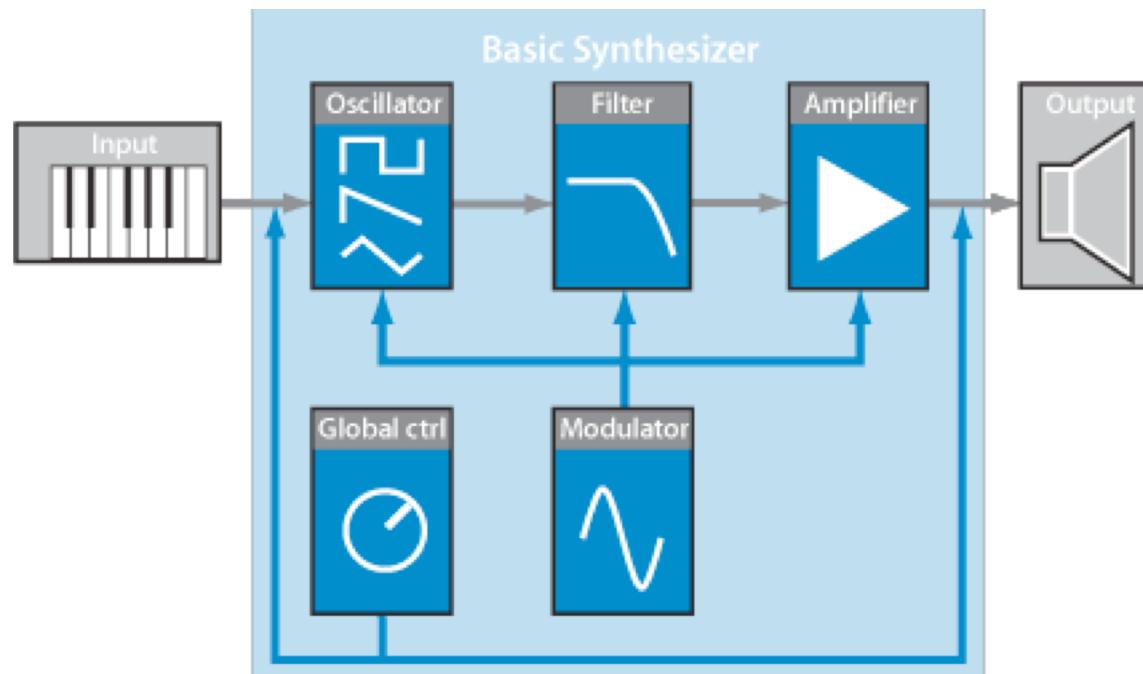
# Sintetizador monofônico típico

- O exemplo mostra um sintetizador monofônico destacando vários características (*features*) associadas a cada seção



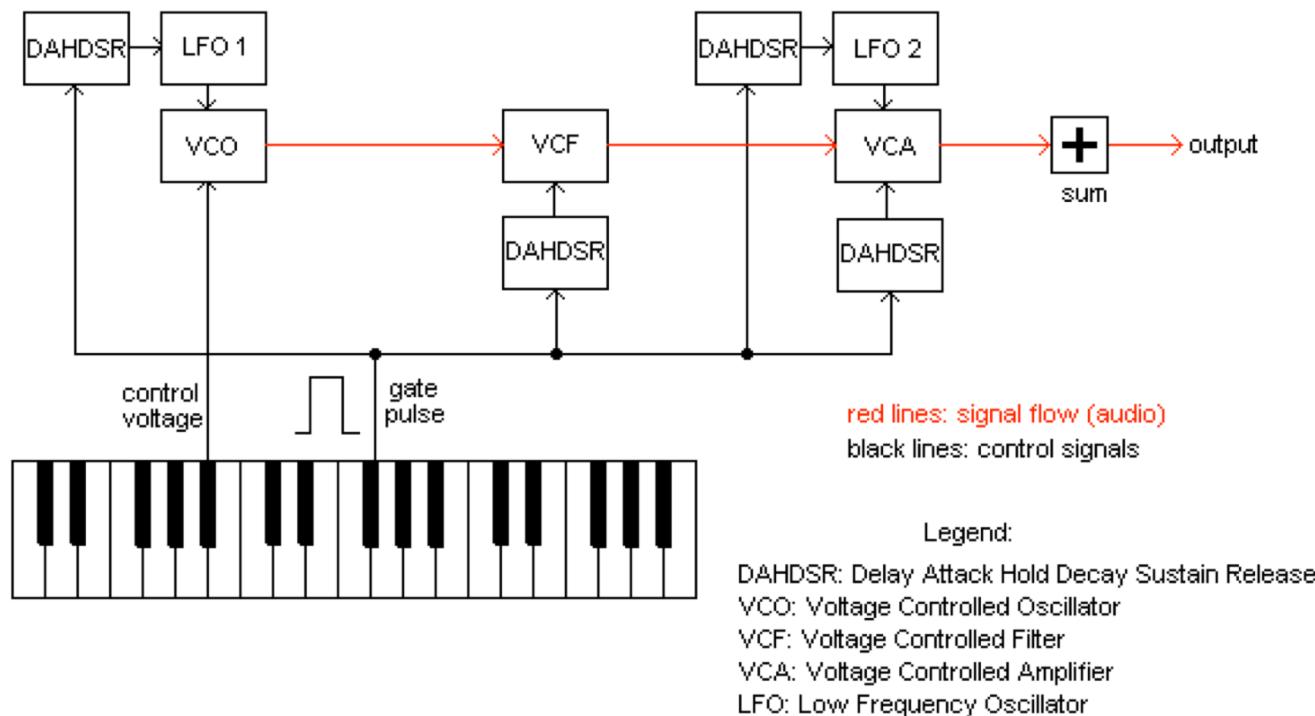
# Exemplo de sintetizador básico

- Vemos na figura um controlador (teclado) que determina a ativação de osciladores (fontes), o caminho do áudio básico (oscilador > filtro > amplificador) e um barramento de controladores (moduladores, ex: *pitch bend*) e blocos de configuração geral, que determinam o comportamento geral do sintetizador (ex: modo de funcionamento, mono/polifônico, etc.)



# Exemplo de sintetizador básico

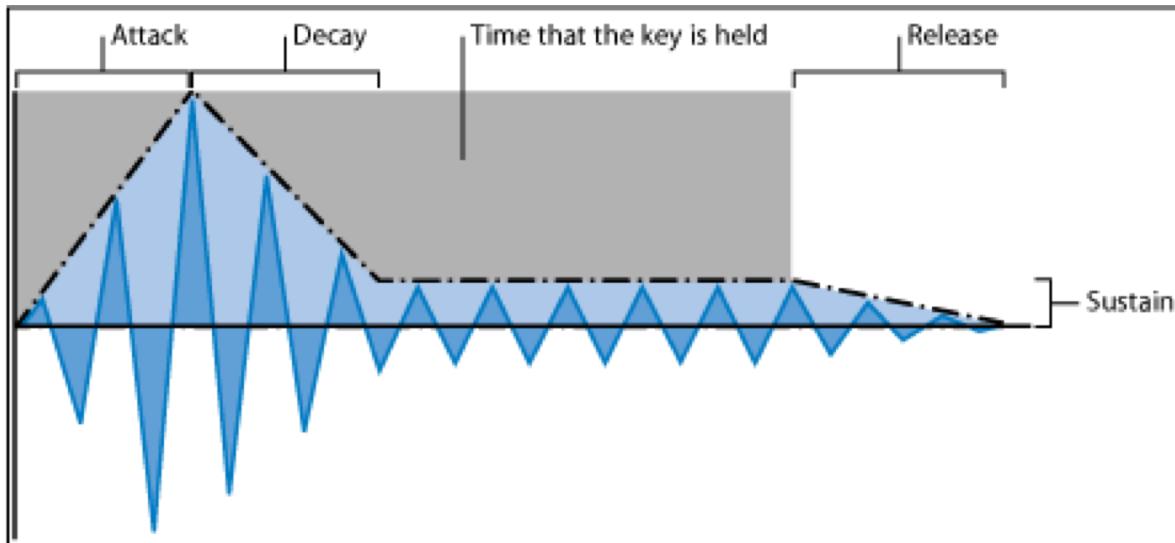
- Tecla:  
define  
nota  
(tom):  
frequência
- Aciona-  
mento:  
*gate*,  
dispara  
evento



Fonte: <http://www.atarimusic.net/featured-articles/synths-samplers/223-what-makes-analog-so-phat>

# Geradores de envoltória

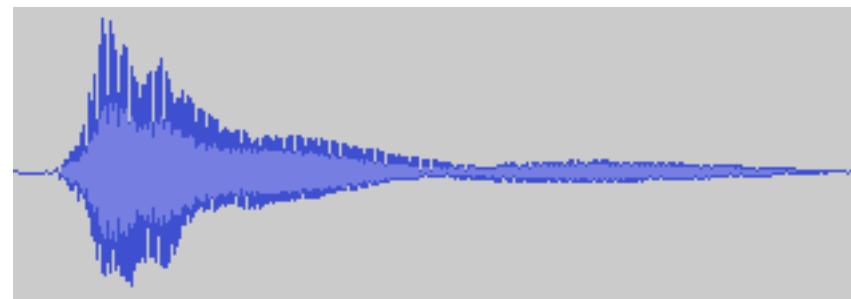
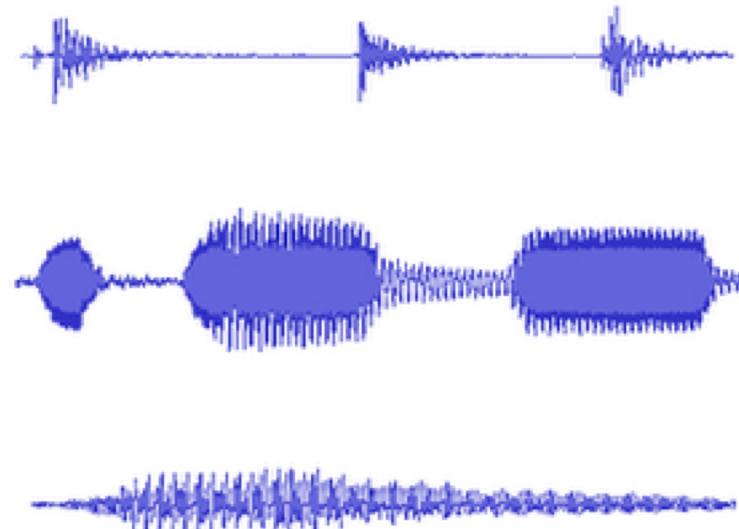
- Os módulos geradores de envoltória ou envelopes (EG) definem um perfil de valores no tempo que controlam parâmetros de outros blocos, como por exemplo a amplitude dos trechos de uma nota musical típica no envelope ADSR abaixo



Envelope ADSR  
c/ 4 trechos:  
*ataque, decaimento, sustentação e liberação*

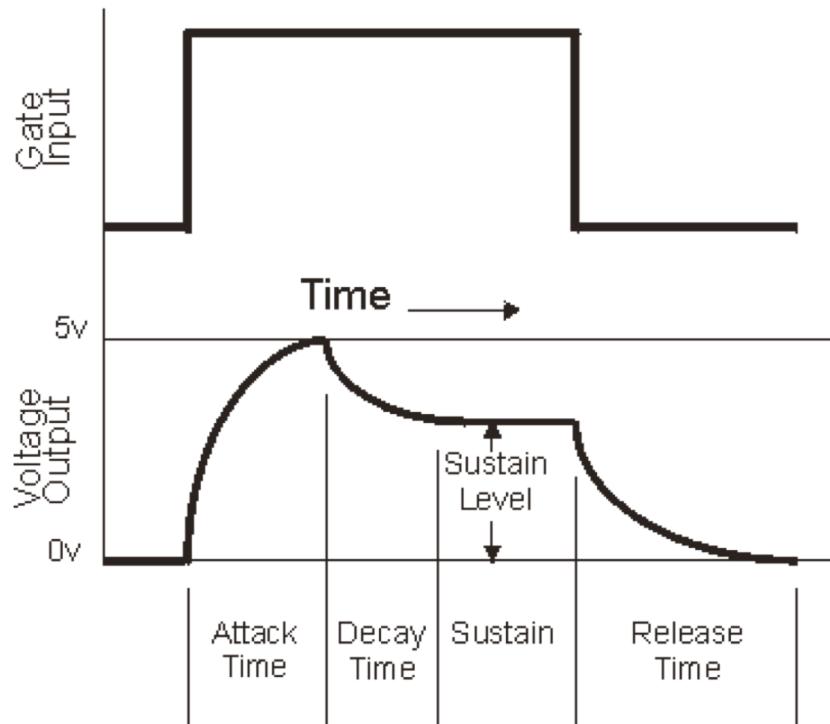
# Envoltórias

- De fato, como podemos apreender das formas de onda ao lado, notas musicais de instrumentos acústicos possuem características de amplitude e espectro distintas nos estágios Ataque, Decaimento, Sustentação e Liberação (*Release*)



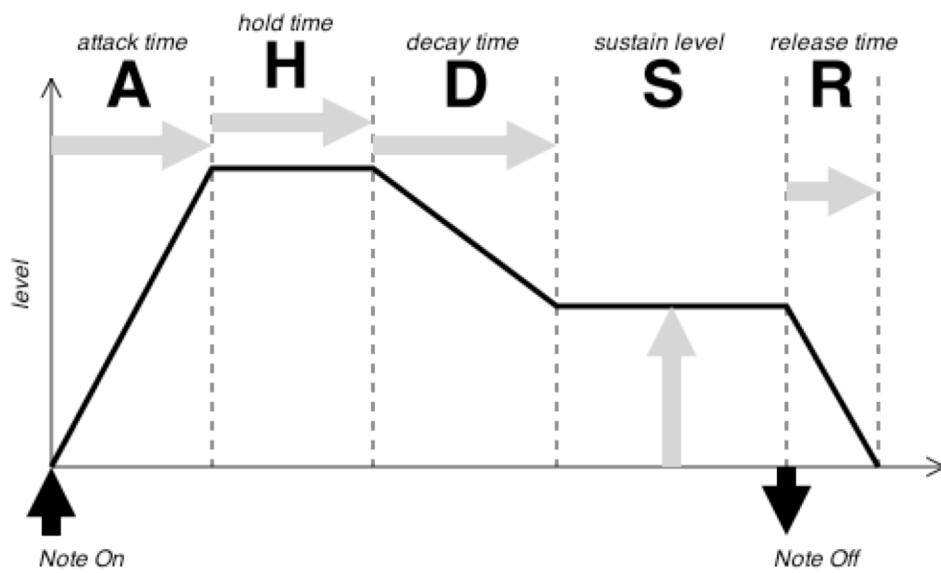
# Geradores de envoltória

- Os envelopes podem ter várias formas possíveis, de acordo com o efeito que se deseja criar na evolução da nota
- Podem ser disparados por um evento (ex: gate input, nota de um teclado)
- Após o disparo, o perfil da tensão de saída do EG poderá controlar então o perfil de amplitude de VCAs, as frequências de VCFs e de osciladores, a intensidade de moduladores de sinais, entre outros exemplos



# Envelope AHDSR

- **Attack.** Controla o tempo de ataque da nota, i.e., o tempo necessário p/ o estabelecimento da nota, e p/ a amplitude atingir o pico
- **Hold.** Controla quanto tempo o pico de amplitude deve ser segurado antes do estágio de decaimento
- **Decay.** Controla o tempo de queda dos parciais associados ao ataque, o tempo p/atingir o estágio de sustentação ou regime permanente da nota
- **Sustain.** Controla a duração e a amplitude do estágio de regime permanente da nota, quando a mesma está estabilizada e sustentada
- **Release.** Controla o tempo de liberação nota até que a amplitude caia a zero



# Revisão

- Neste módulo vimos a topologia básica de um sintetizador e conhecemos os blocos construtivos fundamentais