

# Laboratório 2 - Equalizador Paramétrico

Prof. Luis Henrique F. C. de Mello

## 1 Equipamento

- Fonte de tensão DC
  - ▷ 82 k $\Omega$
- *Protoboard*
- Multímetro digital
- Osciloscópio
- Resistores 1/4 W:
  - ▷ 330  $\Omega$
  - ▷ 1.2 k $\Omega$
  - ▷ 1.8 k $\Omega$
  - ▷ 2.2 k $\Omega$
  - ▷ 10 k $\Omega$   $\times$  2
- Potenciômetro:
  - ▷ 10 k $\Omega$  - linear (B10K)
- Capacitores de poliéster:
  - ▷ 15 nF
  - ▷ 27 nF
  - ▷ 33 nF
- CI's:
  - ▷ opamp (LF351 ou TL081)  $\times$  2

## 2 Procedimento experimental

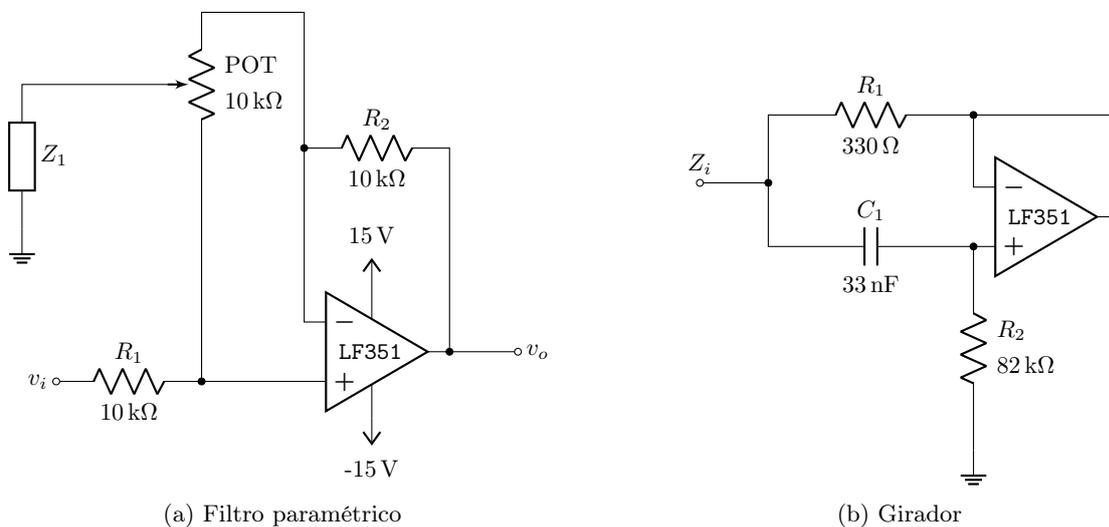


Figura 1: Equalizador paramétrico

1. Implemente na *protoboard* o circuito da Figura 1a substituindo  $Z_1$  por
  - (a) um resistor de 2.2 k $\Omega$ ;
  - (b) um resistor de 1.8 k $\Omega$  em série com o girador da Figura 1b;
  - (c) um resistor de 1.2 k $\Omega$  em série com o girador da Figura 1b e um capacitor de 27 nF;
  - (d) um resistor de 2.2 k $\Omega$  em série com um capacitor de 15 nF.

Aplique um sinal senoidal de 100 Hz, 1 kHz e 10 kHz de frequência e 1 mV de amplitude na entrada do filtro e verifique como se comporta o ganho do circuito em função da posição do potenciômetro. Meça os máximos e mínimos ganhos. Em seguida, aplique um sinal musical na entrada, ligue a saída do filtro paramétrico na entrada do amplificador de potência e teste a equalização.

### 3 Questionário

#### 3.1 Filtro paramétrico

1. O circuito da Figura 2 ilustra a unidade básica de um filtro paramétrico: um amplificador não inversor com ganho ajustável pelo potenciômetro. O valor máximo e mínimo desse ganho são determinados pela impedância genérica vista pelo *tap* central do potenciômetro. Deduza ou pesquise a equação que relaciona o ganho entre entrada e saída do amplificador, com os resistores  $R_1$  e  $R_2$ , a posição  $w$  do potenciômetro e a magnitude da impedância  $Z_1$ . Suponha primeiramente que a impedância  $Z_1$  seja puramente resistiva.

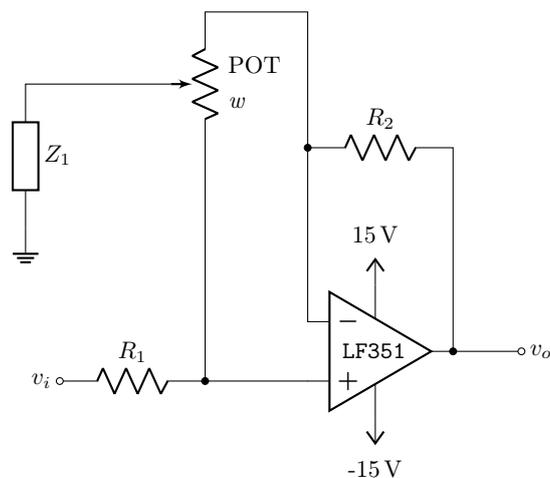


Figura 2: Filtro Paramétrico

- (a) Qual o máximo ganho que pode ser obtido? E qual o mínimo ganho? Qual relação matemática o máximo ganho apresenta com o mínimo ganho?
- (b) O que pode ocorrer caso a impedância  $Z_1$  seja variável com a frequência?
- (c) Como o circuito se comporta quando  $Z_1$  é puramente resistiva?
- (d) Como o circuito se comporta quando  $Z_1$  é resistiva e indutiva?
- (e) Como o circuito se comporta quando  $Z_1$  é resistiva e capacitiva?
- (f) Como o circuito se comporta quando  $Z_1$  é resistiva, indutiva e capacitiva?

### 3.2 Girador

1. De modo a se implementar um filtro paramétrico para a faixa de áudio, irá surgir a necessidade do uso de indutores muito grandes, o que torna inviável a construção do circuito. O circuito girador permite o uso de um novo amplificador operacional, capacitores e resistores, simular um indutor aterrado e de alto valor visto pela entrada, o que se aplica perfeitamente a este caso. Este indutor irá surgir em série com uma impedância de alto valor e apenas irá funcionar na faixa de operação do amplificador operacional, o que não trará problemas para processamento de pequenos sinais de áudio, mas inviabiliza seu uso para várias outras aplicações. O circuito girador e sua impedância equivalente são ilustrados nas figuras 3a e 3b.

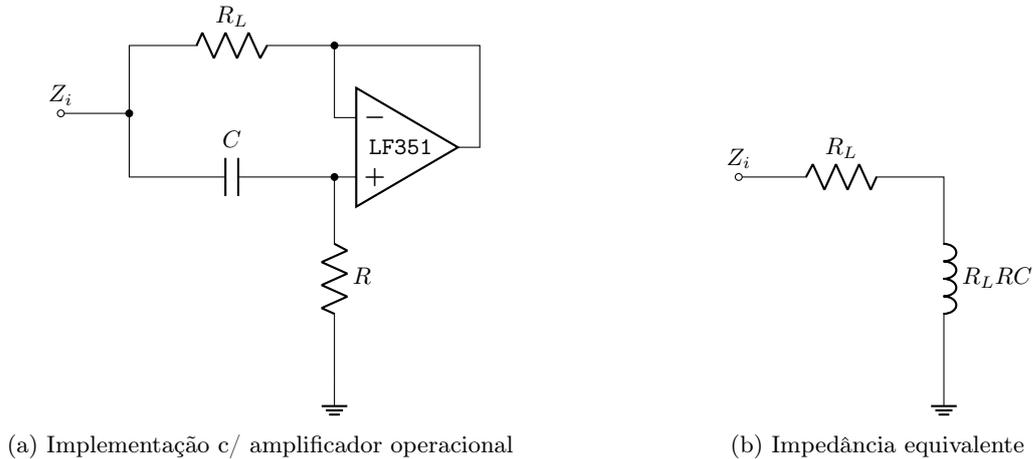


Figura 3: Girador

- (a) Mostre porque  $L = R_L R C$  no circuito equivalente.
- (b) Em qual frequência é obtido o máximo ganho? Como essa frequência se relaciona com os valores de capacitância e indutância equivalente da impedância  $Z_1$  no filtro paramétrico?