

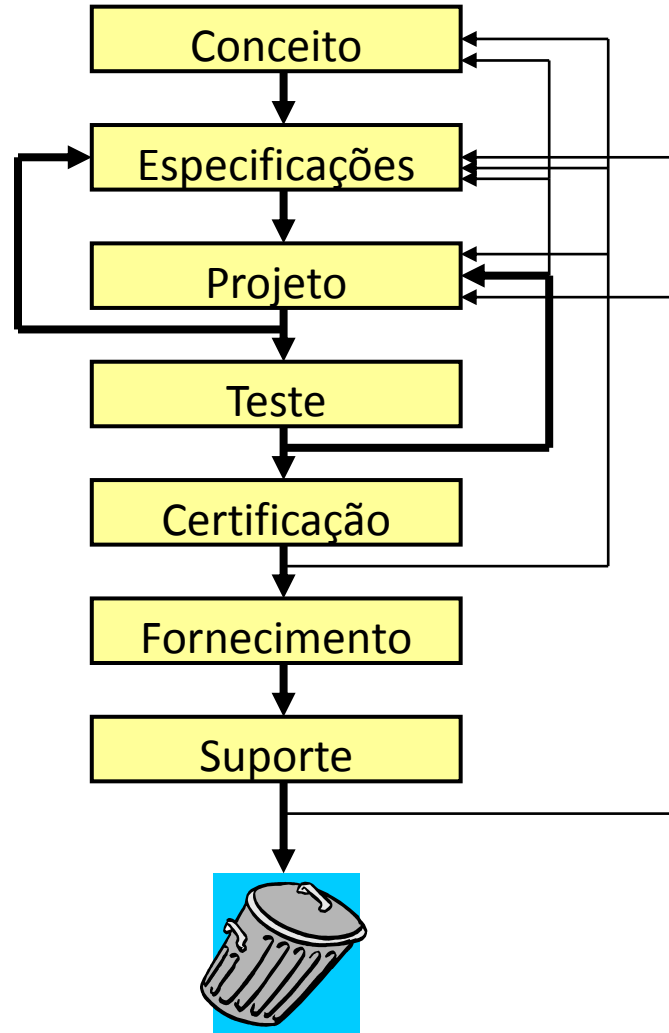
Tópicos sobre Estratégias de Projeto

PTC2527

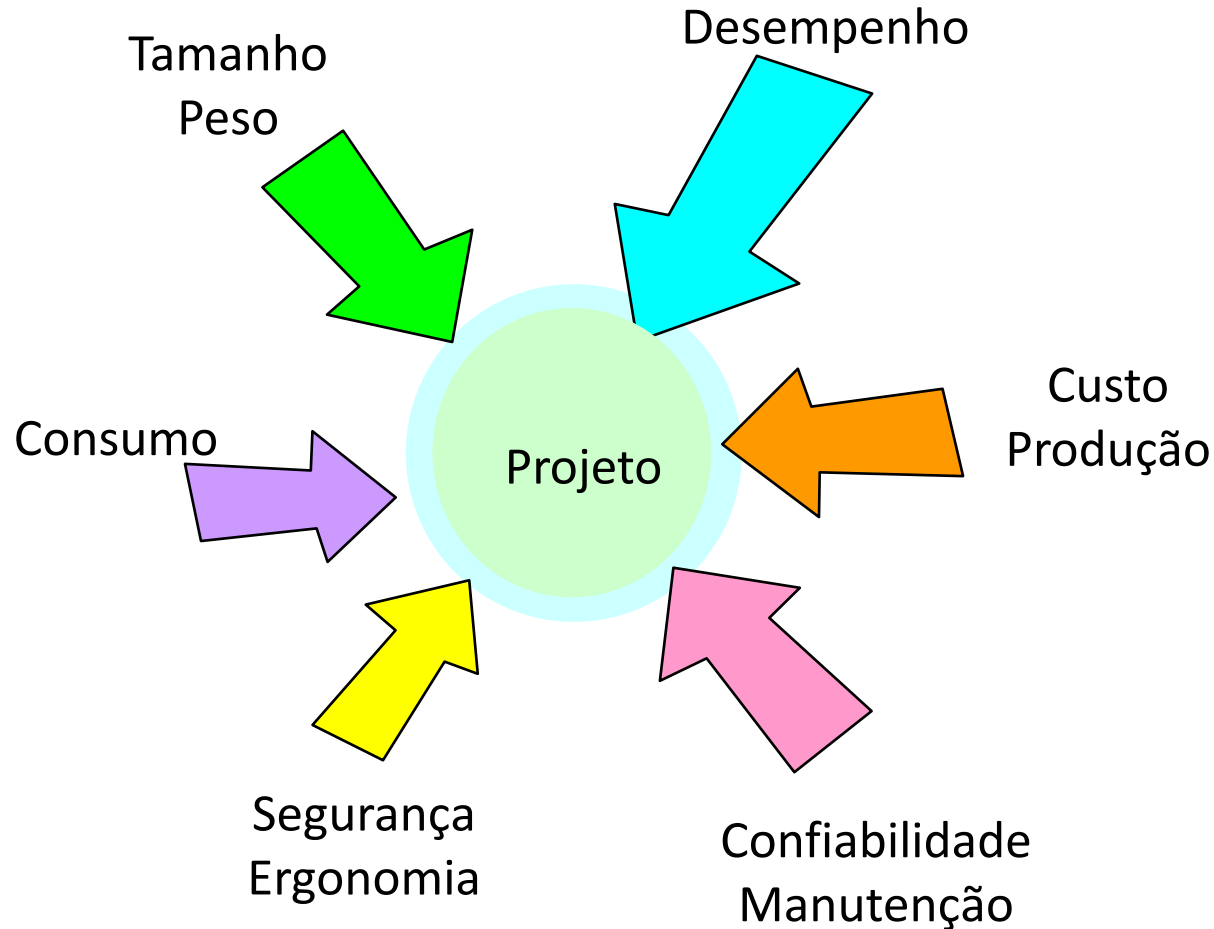
EPUSP – 2016

Guido Stolfi

- Solução de Problemas
 - Através do uso das Técnicas
 - Com Eficácia e Eficiência



Evolução de um Conceito



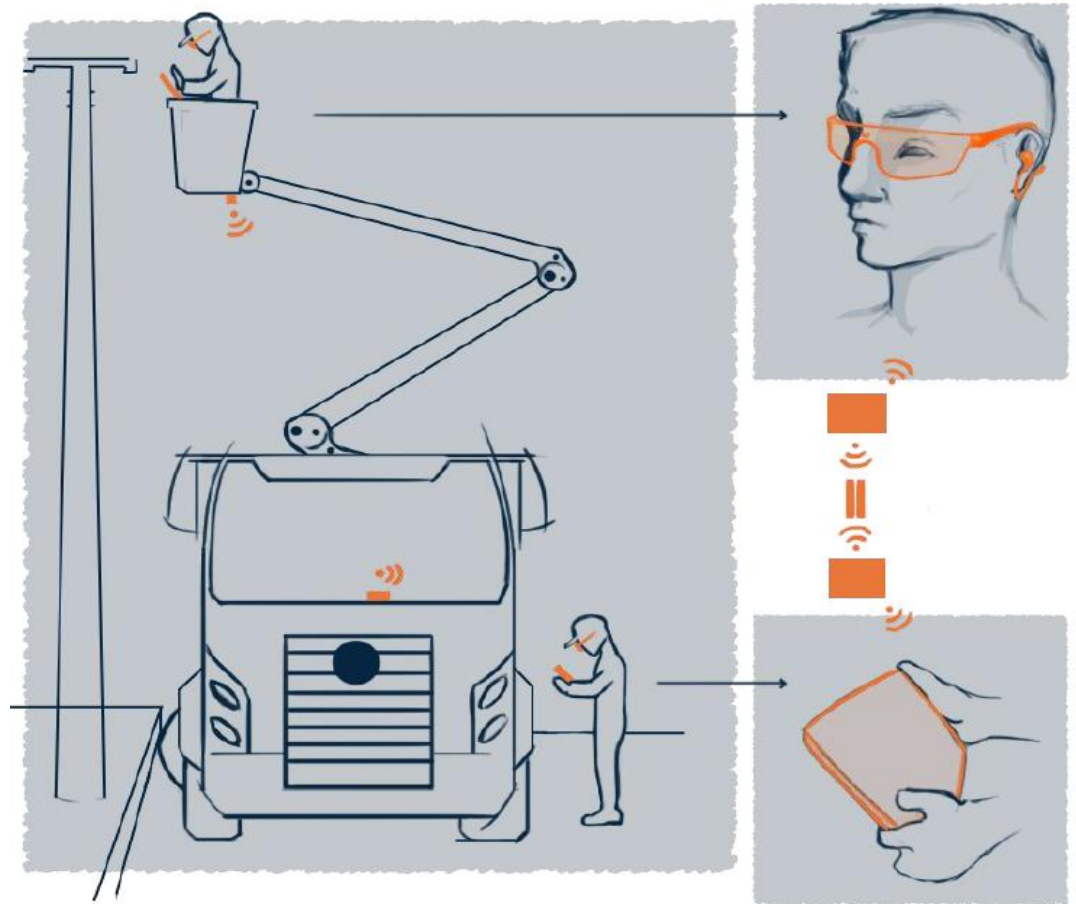
- Aproveitamento de Recursos
 - Mais aplicações
 - Maior mercado

- Conseqüências:
 - Maior custo
 - Maior complexidade

- Economia de Recursos
 - Redução de Custo
 - Redução de Consumo
 - Redução de Peso, tamanho
 - Simplicidade de operação

- Conseqüências:
 - Menor desempenho







As Especificações

- “Frases” em uma determinada linguagem que descrevem o produto
- Primárias e Secundárias

- Quantitativas
- Expressas por Igualdades ou Desigualdades
- Identificadas com parâmetros da descrição funcional
- **TODAS AS ESPECIFICAÇÕES TÊM TOLERÂNCIAS**

Ganho: +10

Frequência de Corte Inferior: 20 Hz

Frequência de Corte Superior: 20000 Hz

Impedância de Entrada 50 k

Distorção Harmônica < 1%

- Qualitativas
- Comparativas
- Relacionadas a processos de produção e diretrizes de projeto

Baixo custo

Tamanho reduzido

Distorção menor possível

Ambiente embarcado automotivo

Componentes preferenciais / padronizados

- Diretrizes de Projeto:
 - Projeto para Manufatura (DFM)
 - Projeto para Confiabilidade (DFR)
 - Projeto para Desempenho (DFP)
 - Projeto para Testabilidade (DFT)
 - Projeto para Reciclagem (DFD)

(Exemplos?)

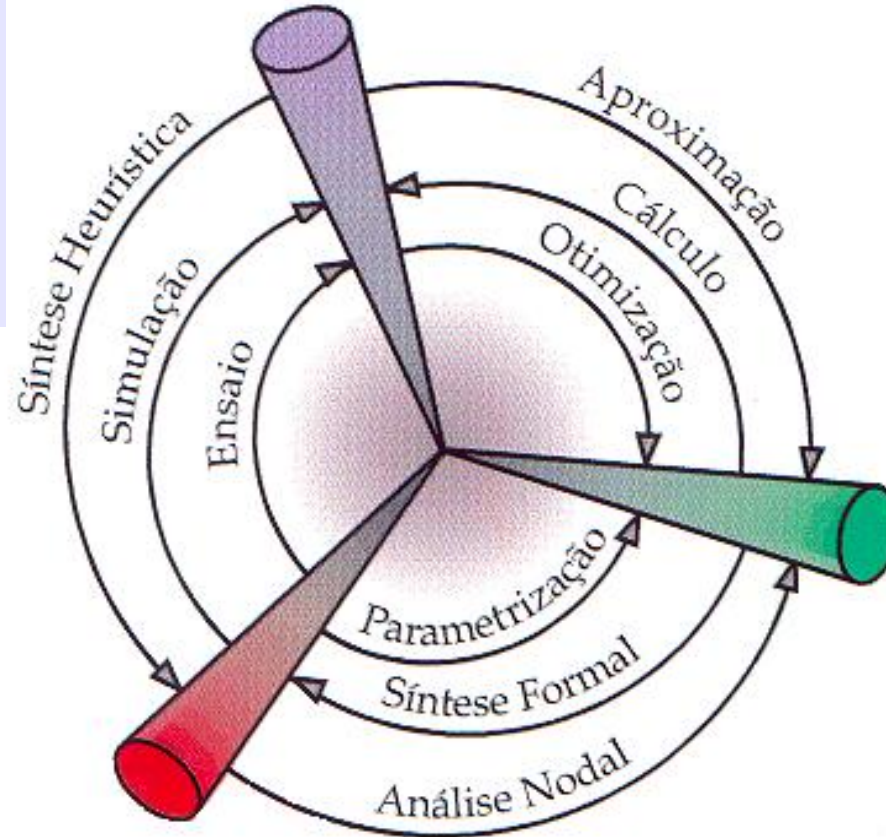
A Arte de Projetar

Descrição Funcional

- Especificações
- Formas de Onda
- Comportamento
- Restrições
- Diretrizes

Realização Física

- Topologia
- Circuito
- Componentes
- Protótipo
- Firmware



Modelo Matemático

- Função de transferência
- Descrição paramétrica
- Fluxograma

- Validação:
 - Corresponde a um caminho fechado nesse diagrama, retornando ao ponto de partida
- Detalhamento:
 - Corresponde a um caminho que leva a um nível mais aprofundado em uma mesma abordagem

- Regras Formais
 - Análise de Modelos
 - Resolução de Equações
 - Cálculo
 - Otimização (Minimização / Maximização)

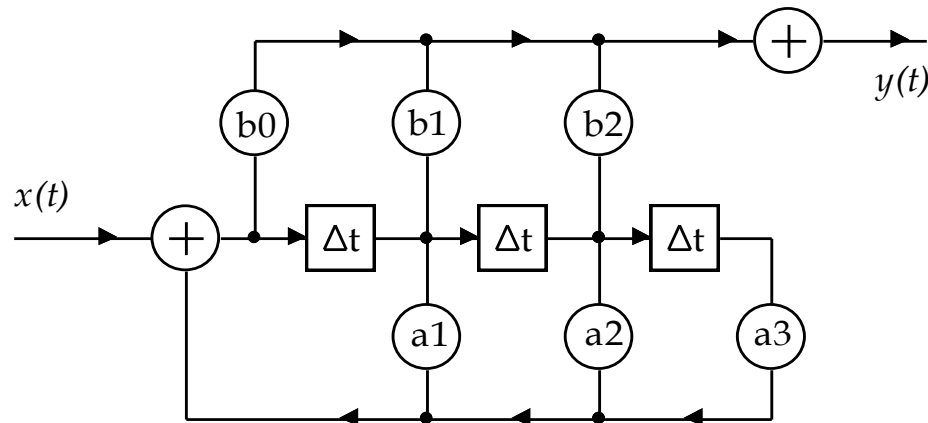
- Regras Práticas
 - Tabelas
 - Modelos Simplificados
 - Cálculos Aproximados
 - Experiência Anterior
 - Projetos de Referência

- Regras Empíricas
 - Aplicáveis na Ausência de Modelos Satisfatórios
 - Experimentação
 - Tentativa e Erro

- Ex.: Filtro Digital IIR
 - Função de Transferência:

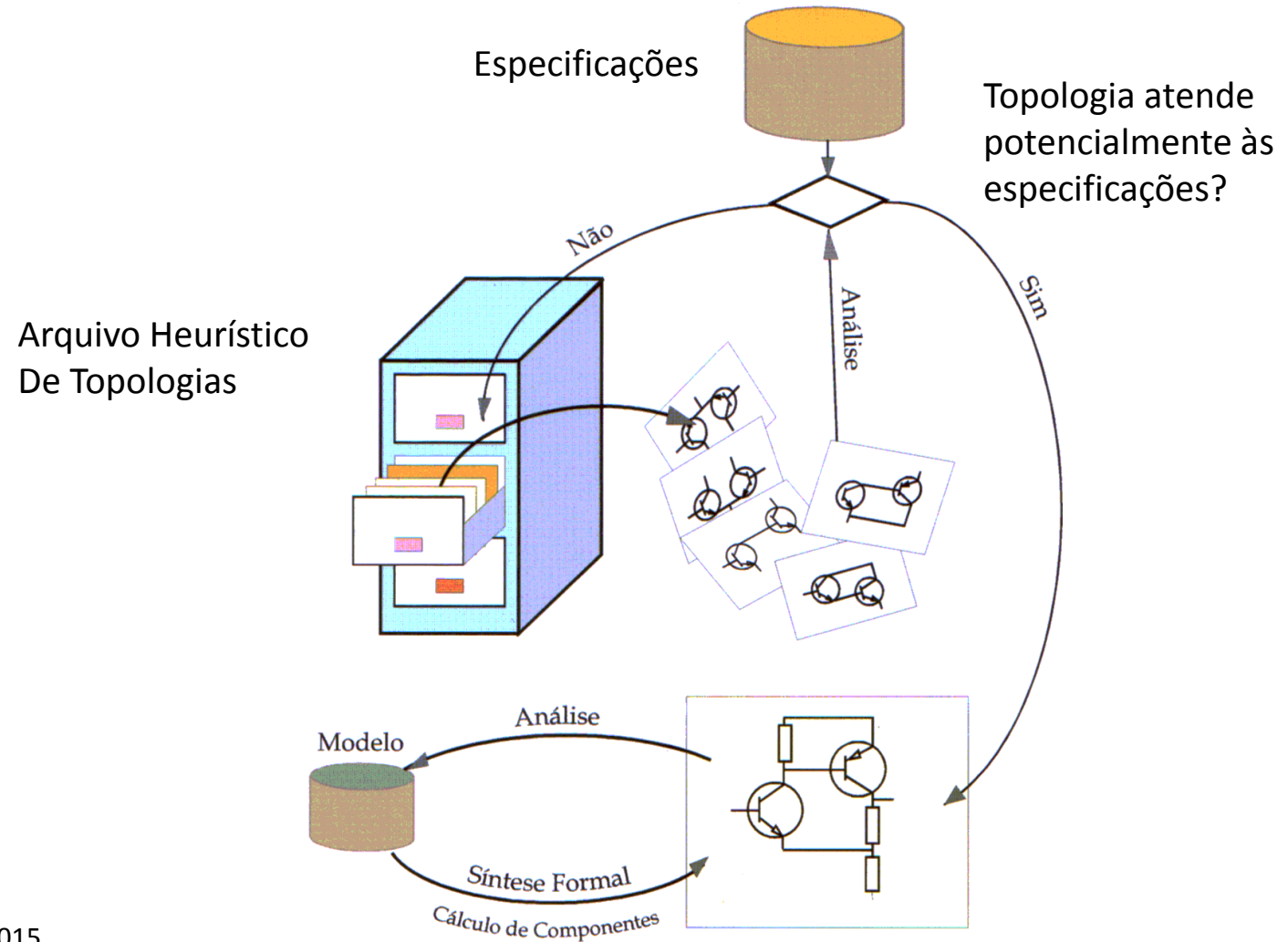
$$H(z) = \frac{b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2}}{1 - a_1z^{-1} - a_2z^{-2} - a_3z^{-3}}$$

- Realização na Forma Canônica Observável:



Síntese Heurística

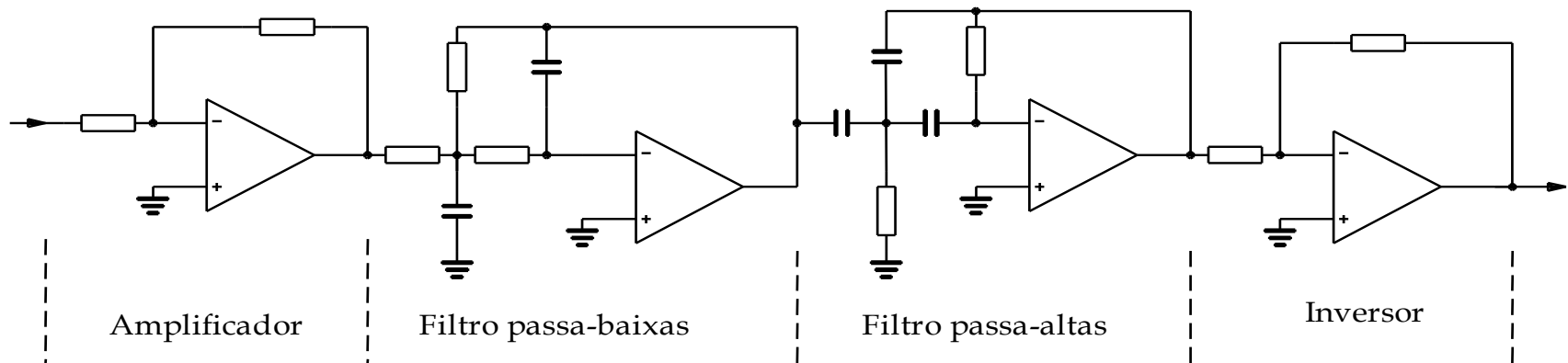
HEURÍSTICA, *s.f.* Arte de inventar, fazer descobrimentos. Disciplina que se propõe a formular as regras da pesquisa científica. Hipótese adotada provisoriamente como idéia diretriz.



- Ganho: +10 x
- Frequência de Corte Inferior: 20 Hz
- Frequência de Corte Superior: 20000 Hz
- Impedância de Entrada: 10 k

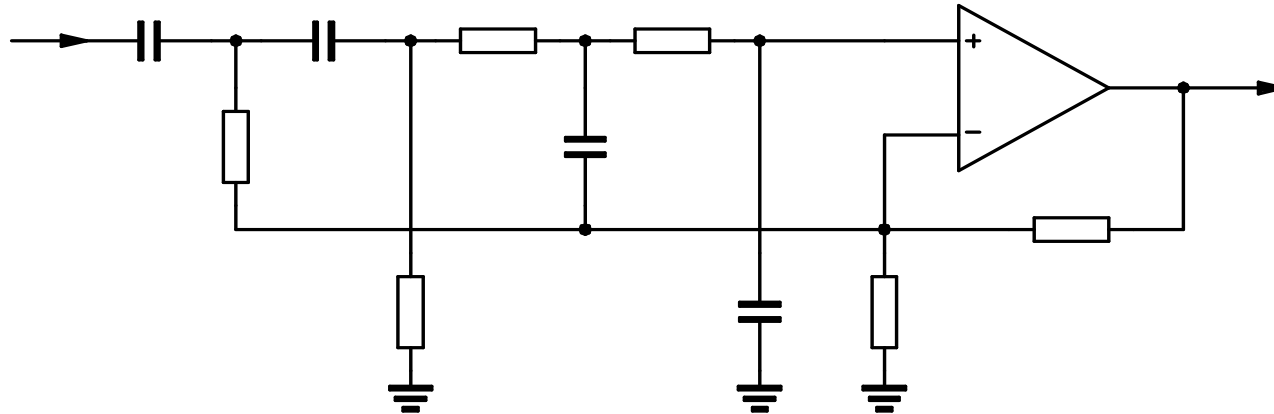
- Associação de Blocos Funcionais Elementares
(Arquivo Heurístico Restrito)

- Para cada Bloco, aplica-se Síntese Formal



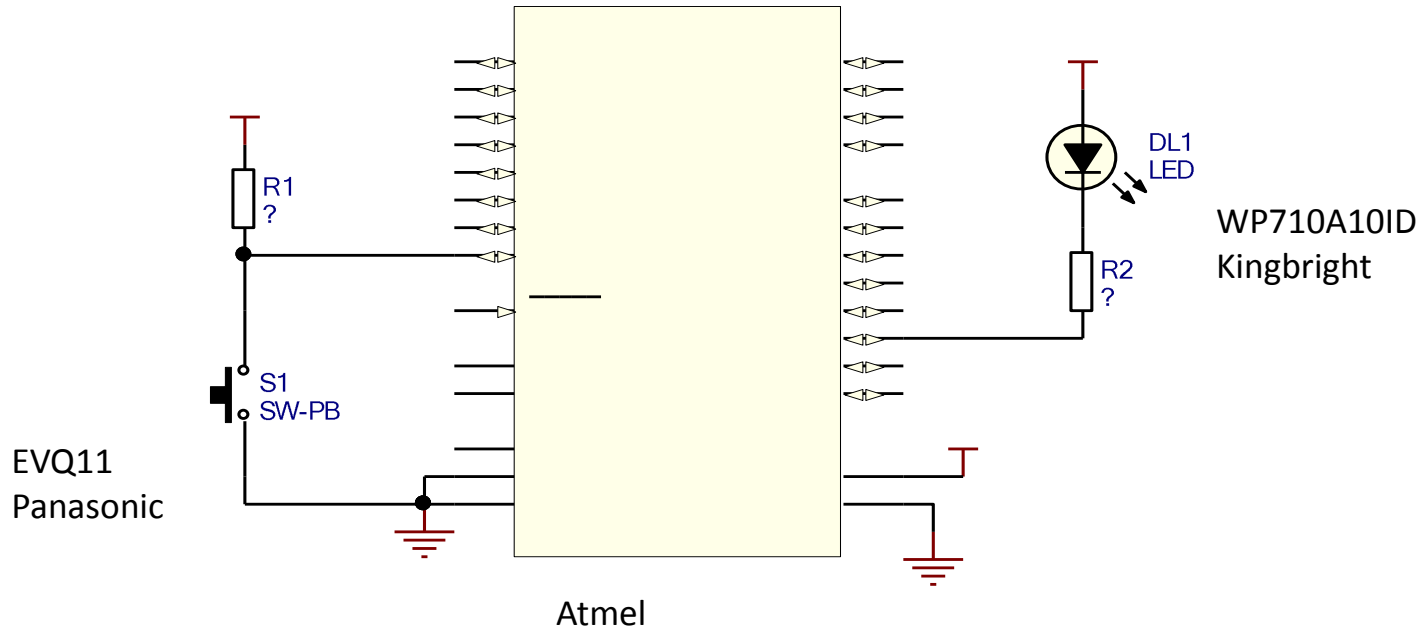
-Elementos realizam várias funções

(Possíveis imprecisões e compromissos)



- Todo componente tem que ter uma justificativa para ser colocado
- Todo componente deve ter um critério para seu dimensionamento

Exercício: Dimensionar R1 e R2.



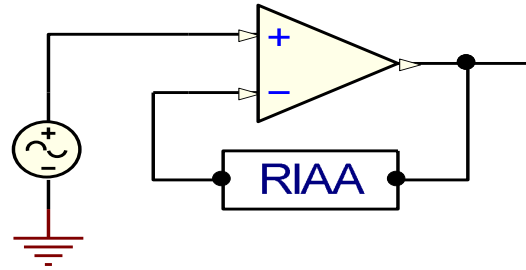
Exercício: Dimensionar R1 e R2.

- R1: Pull-up para chave Tact Panasonic EVQ11; ligado em entrada de microcontrolador Atmel ATtiny28L-4PI na Porta PB7 (sem pull-up interno);
- R2: Acende LED Kingbright WP710A10ID com no mínimo 3 mcd, através de porta de saída PD5 do Atmel
- Considerar alimentação de 5V +/- 10%
- Considerar temperatura de 0 a 70 °C

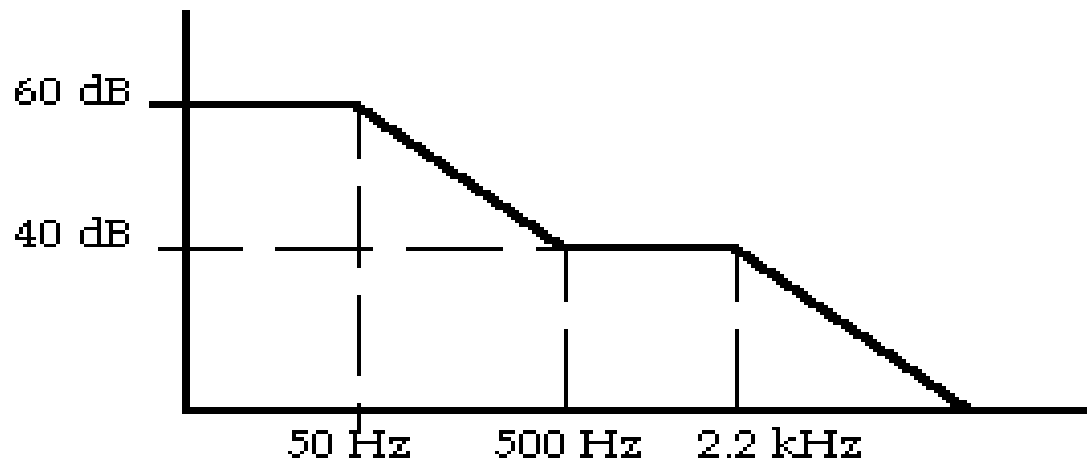
Evolução de um Projeto

- Exemplo:
 - Pré-amplificador RIAA p/ toca-discos de vinil
 - Baixo ruído
 - Ganho 60 dB (conforme curva RIAA)
 - Impedância de entrada: 47 k Ω
 - Impedância de Saída: 50 Ω
 - Nível de Saída: 1 Vrms com $Z_L = 600 \Omega$
 - Resistência da cápsula: $\sim 1 \text{ k}\Omega$

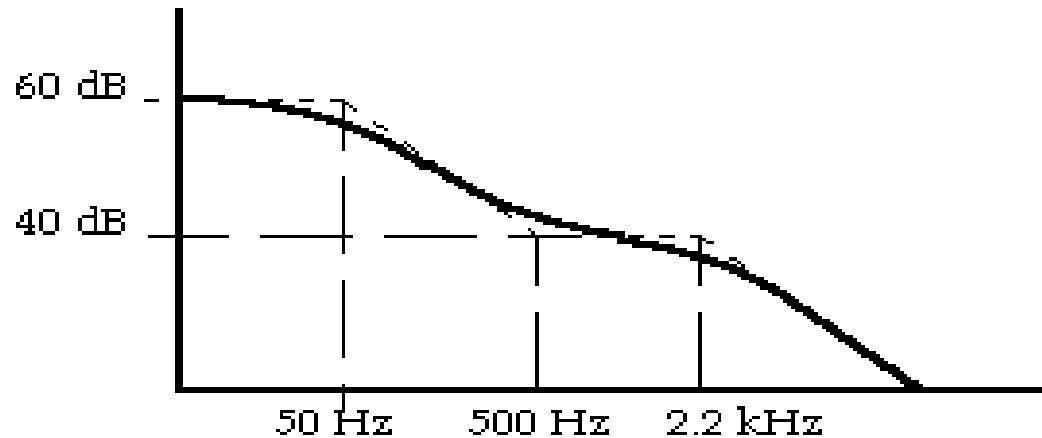
- Inicial: Descrição em Blocos Funcionais



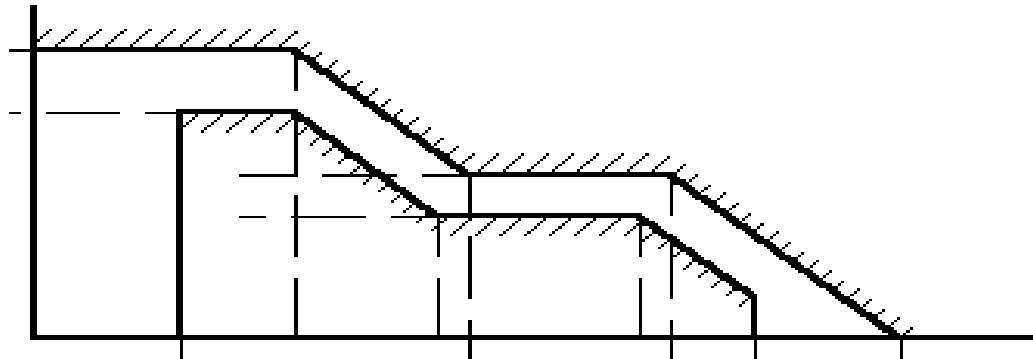
- Especificação de Projeto: Curva RIAA (ideal)



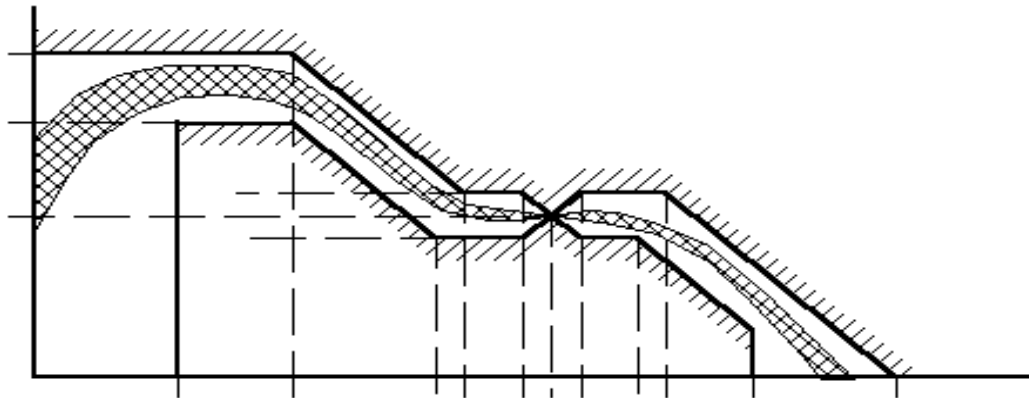
- Especificação realizável



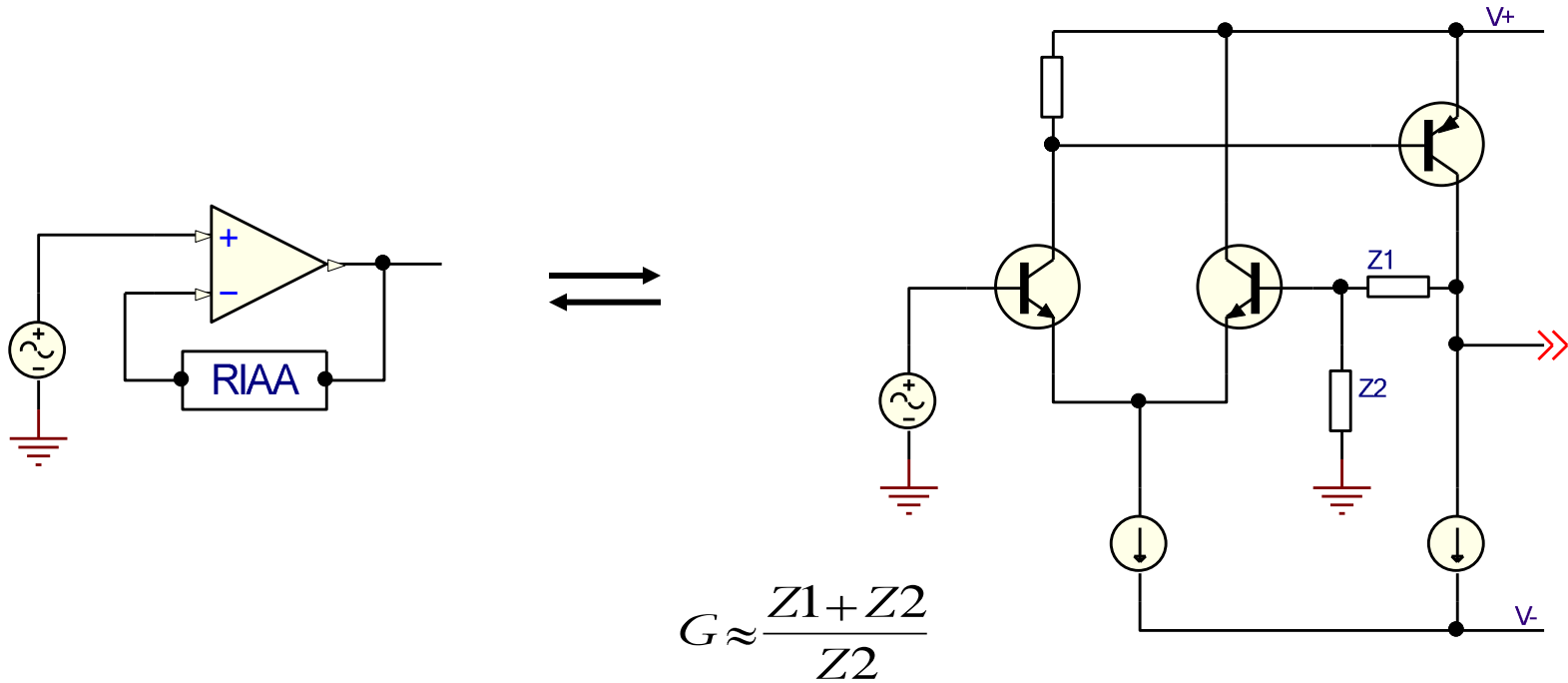
- Especificação Realista



- Especificação de Produção



Do arquivo heurístico:

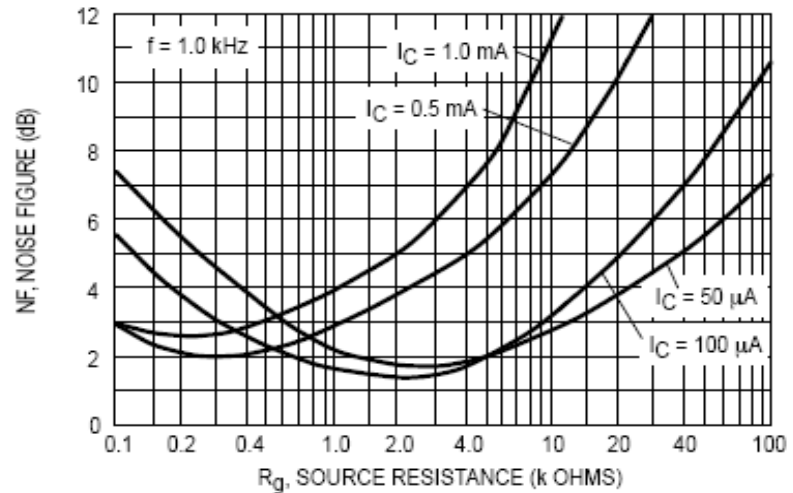
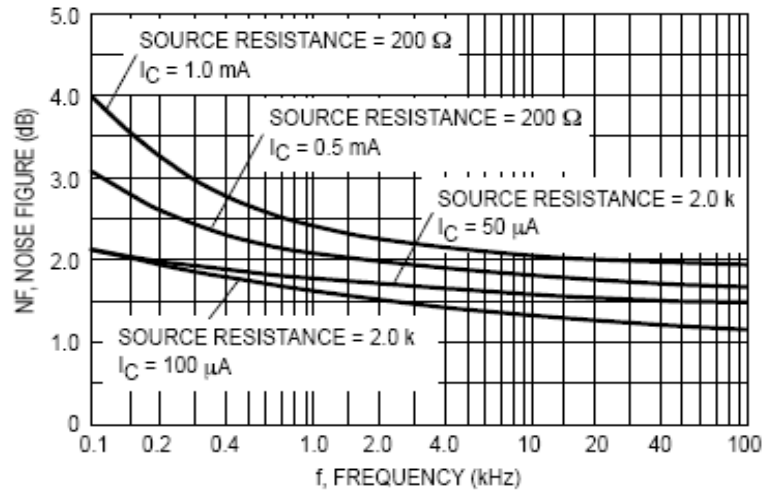


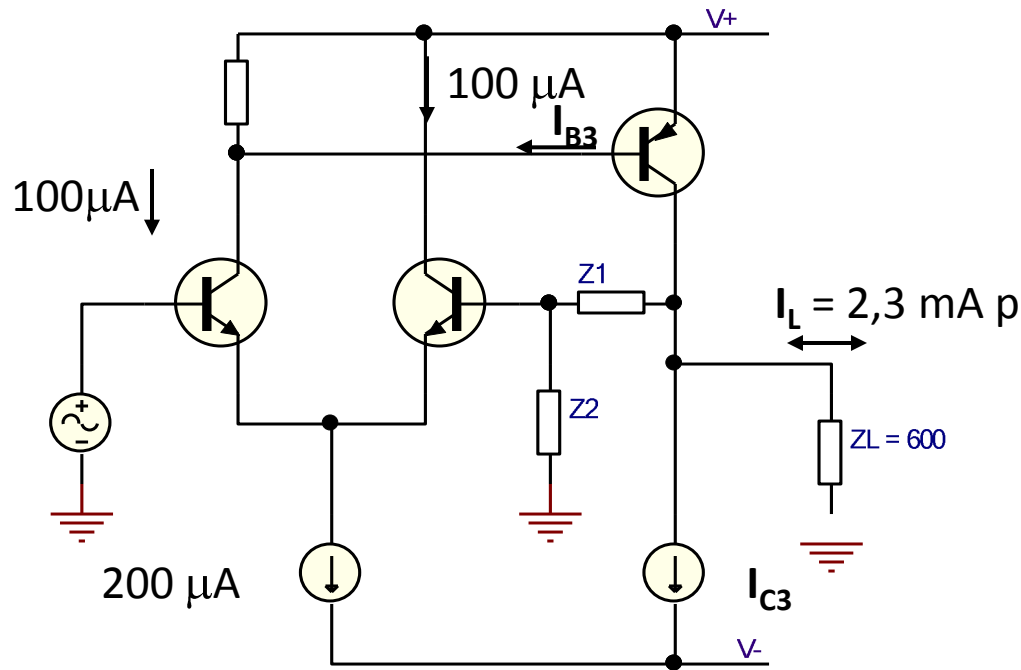
Escolha de Componentes: Q1, Q2

Ponto de partida: baixo ruído, $R_G \sim 1\text{k}\Omega \rightarrow I_{C1} = 100\ \mu\text{A}$

TYPICAL AUDIO SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS NOISE FIGURE VARIATIONS

($V_{CE} = -5.0\ \text{Vdc}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, Bandwidth = 1.0 Hz)

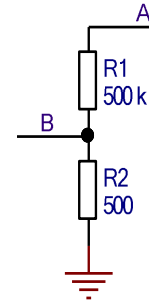




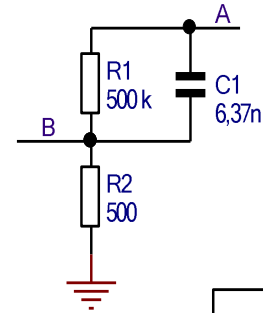
$$I_{C3} > 2,3 \text{ mA}$$
$$I_{B3} \sim 25 \mu\text{A}$$

Síntese Formal de Z1 e Z2

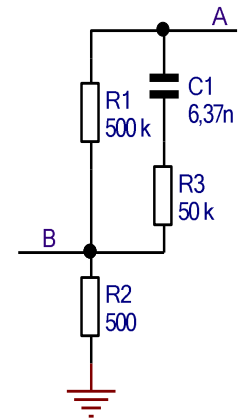
- Ganho de 60 dB em DC $\Rightarrow R1 \approx 1000 R2$



- Pólo em 50 Hz $\Rightarrow \frac{1}{2\pi R1 C1} = 50 \text{ Hz} \Rightarrow C1 = 6,37 \text{ nF}$

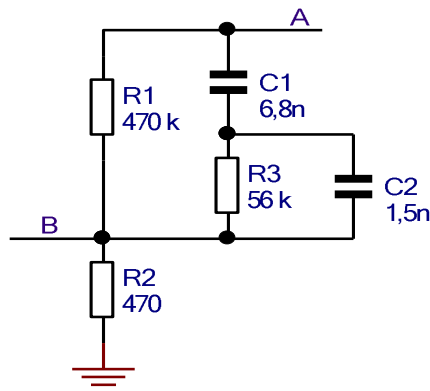


- Zero em 500 Hz $\Rightarrow \frac{1}{2\pi R3 C1} = 500 \text{ Hz} \Rightarrow R3 = 50 \text{ k}\Omega$

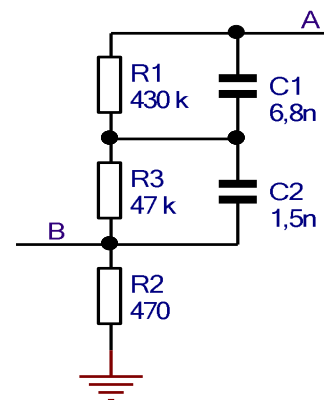
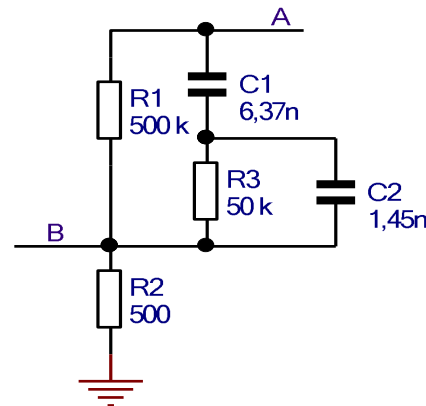


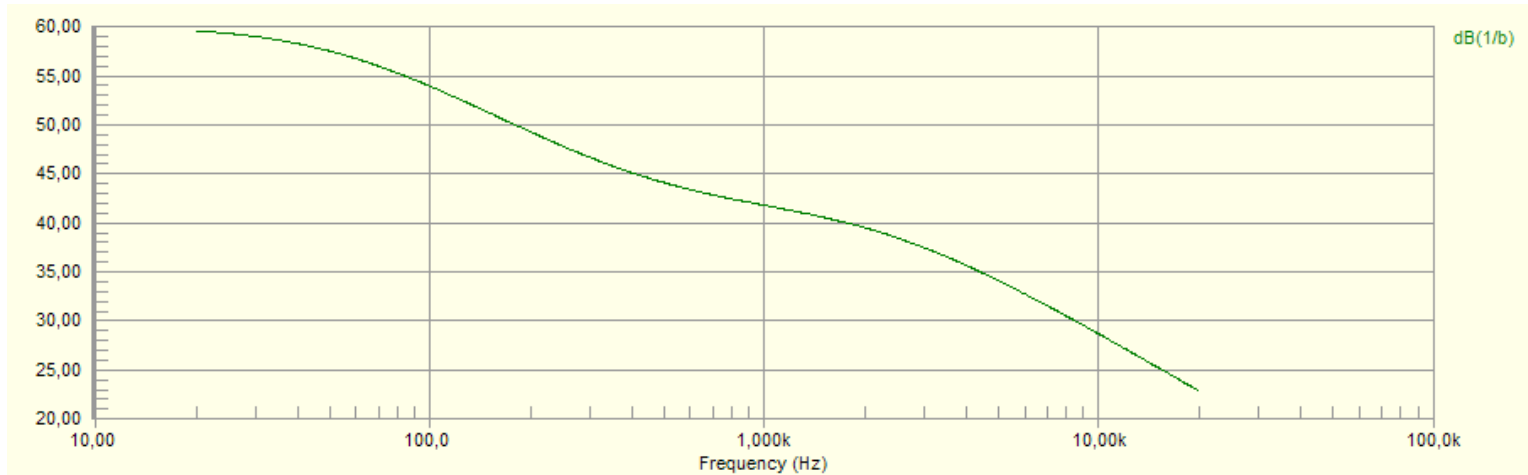
- Pólo em 2,2 kHz $\Rightarrow \frac{1}{2\pi R_3 C_2} = 2,2\text{kHz} \Rightarrow C_2 = 1,45\text{nF}$

- Ajuste de R1, R2, C1, R3, C2

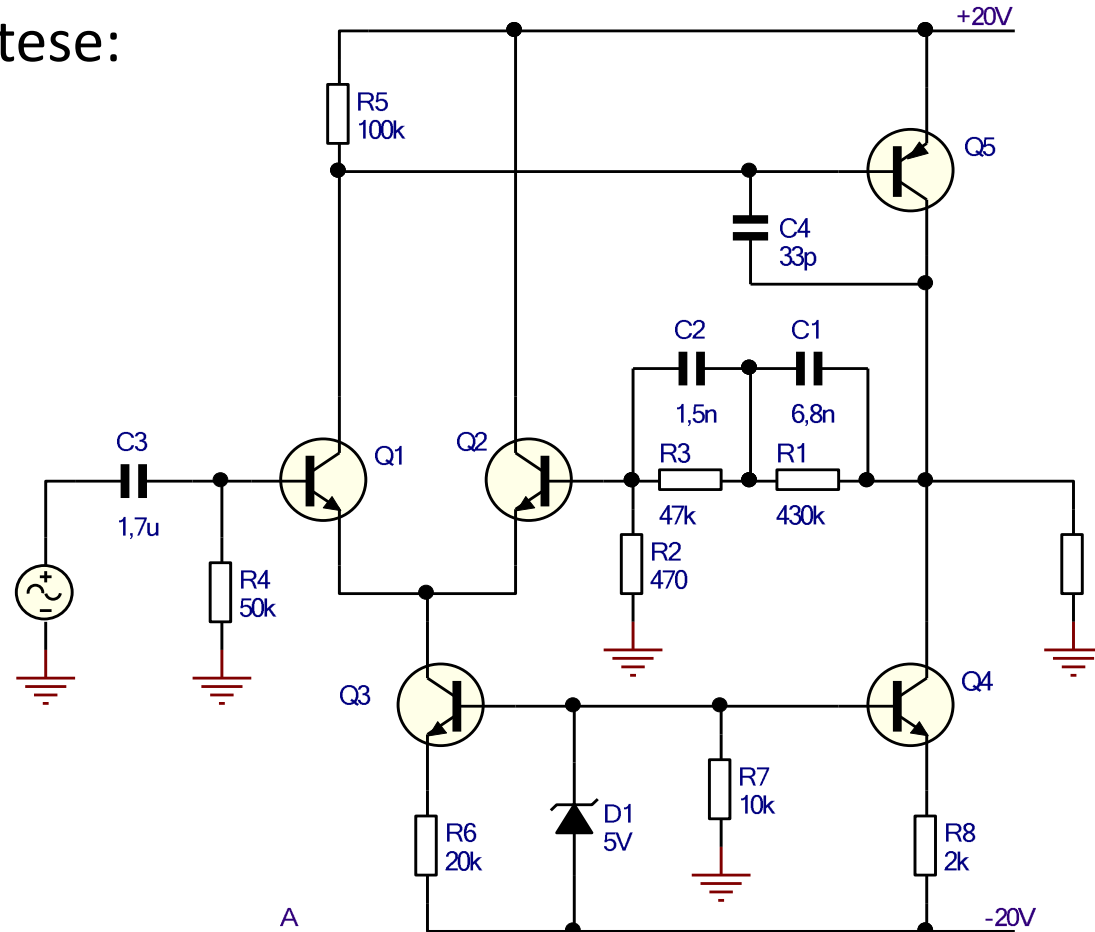


- Topologia alternativa (por transformação):

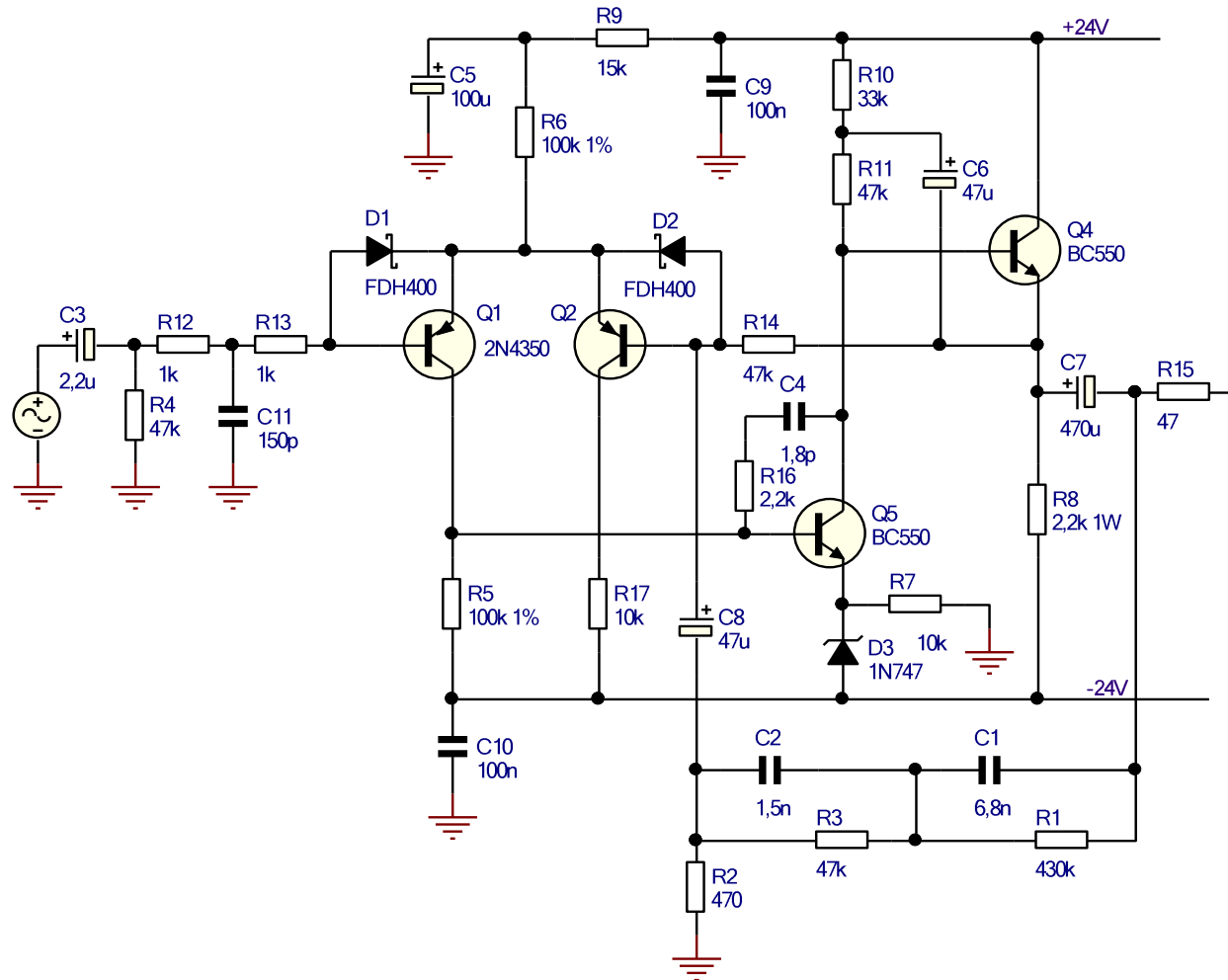




Após análise / síntese:

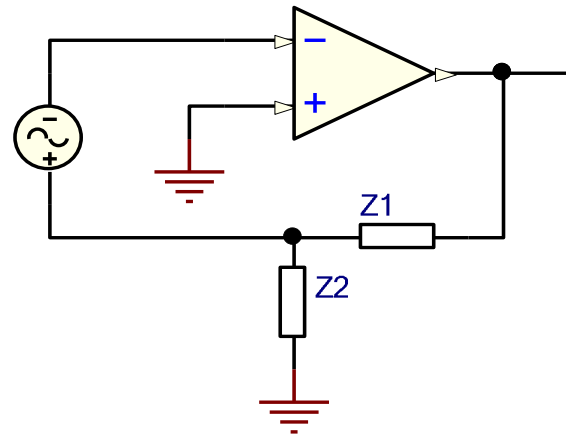


Circuito final:

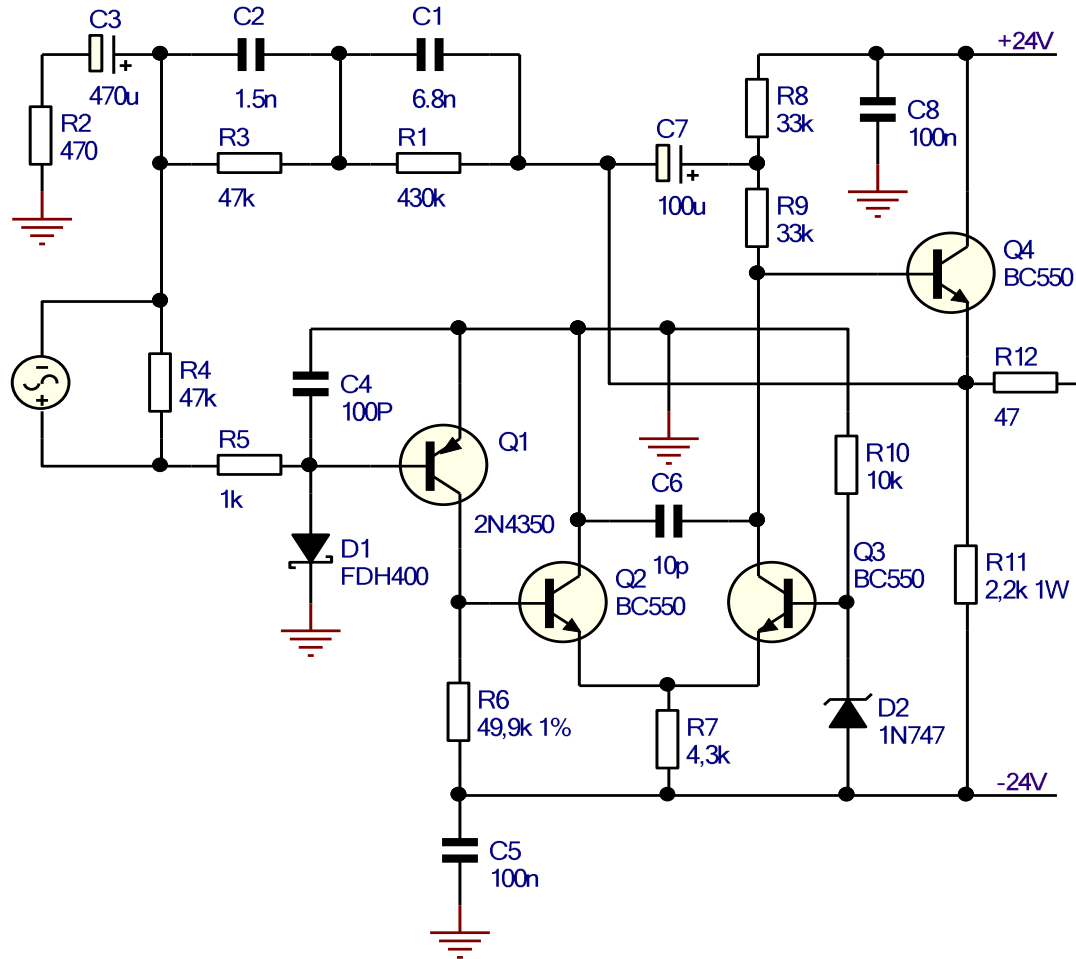


	100 kHz	1 kHz	10 kHz	30 kHz
4 mV rms	950 mV	110 mV	55 mV	10 mV
(rms)	< 0.01%	< 0.01%	< 0.02%	?
10 mV	X	1850 mV	545 mV	98 mV
		< 0.01%	0.3%	0.8%
100 mV	X	X	X	920 mV
				3.5%

Topologia alternativa (de volta ao arquivo heurístico)



$$G \approx -\frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}$$



Planejamento

Normativa	Práticas padronizadas, soluções quantitativas, formais. Ex.: Manuais de projeto
Racional	Análise quantitativa, otimização, equacionamento e modelagem.
Argumentativa	Participação, dinâmica de grupo visando consenso. Ex.: “ <i>brainstorm</i> ”
Heurística	Bom senso, experiência, regras práticas.

De Cima Para Baixo	As especificações direcionam totalmente o projeto (<i>Normativa, Racional</i>)
De Baixo Para Cima	A solução é derivada de projetos já existentes, com tecnologia disponível (<i>Argumentativa</i>)
De Fora Para Dentro	As interfaces com demais componentes do sistema direcionam o projeto (<i>Racional, Argumentativa, Heurística</i>)
De Dentro Para Fora	O projeto é impulsionado pelo desenvolvimento de novas tecnologias (<i>Heurística</i>)
Híbrida	Utiliza-se uma combinação das estratégias acima.

- Tarefa
- Projeto
- Programa
- Empreendimento

- Projeto simples, geralmente de cunho experimental, completado por um único engenheiro

- Processo bem definido, geralmente um produto, completado por uma pequena equipe

- Requer planejamento rigoroso, e utiliza vários projetos paralelos, desenvolvidos por equipes multidisciplinares
- Há monitoração superior (“*follow-up*”) e comunicação plena entre as equipes

- Necessita de um plano de desenvolvimento, com vários programas multidisciplinares em paralelo, para desenvolvimento de sistemas extremamente complexos, ou de alto volume ou responsabilidade
- Depende de uma estrutura hierárquica para monitoração e comunicação entre os programas

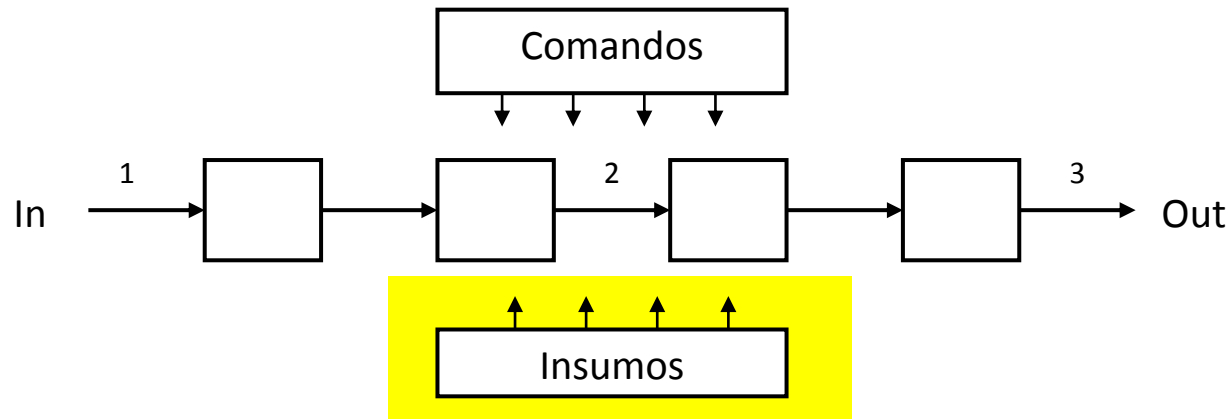
Teste e Depuração

Quando o Projeto não Funciona ...

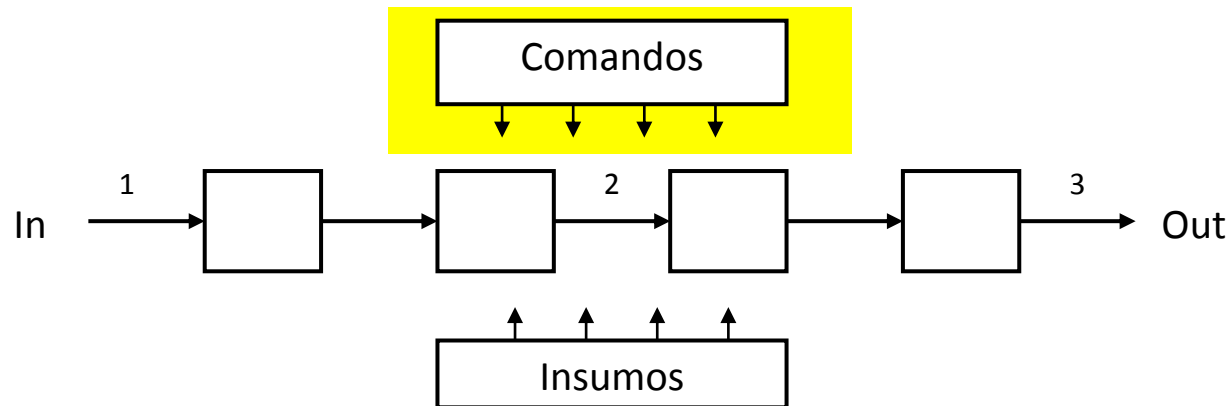
- De Baixo para Cima
- De Cima para Baixo
- Da Esquerda para a Direita
- Da Direita para a Esquerda
- Partição Binária

- Mudança de Abordagem

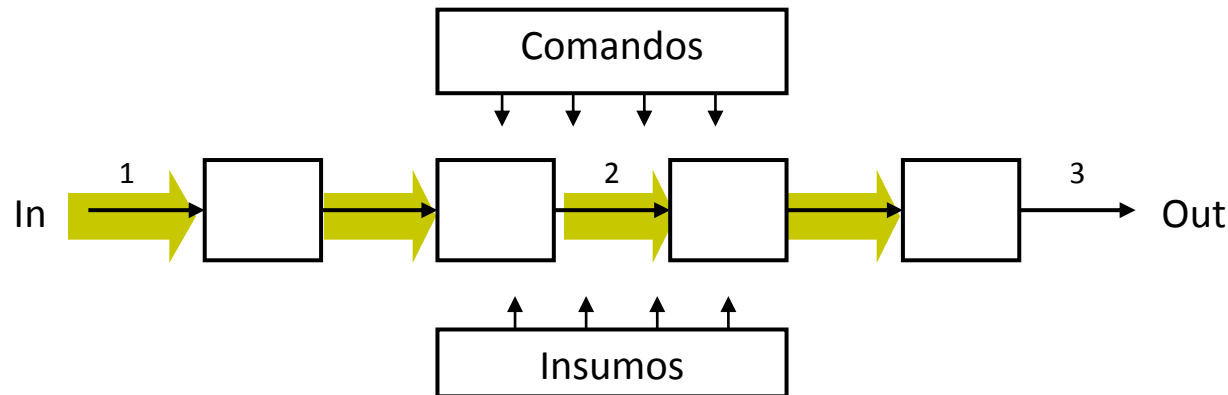
- De baixo para cima
 - Os insumos necessários para a operação do sistema estão presentes?
 - Ex.: Fontes de alimentação, “clocks”, polarizações



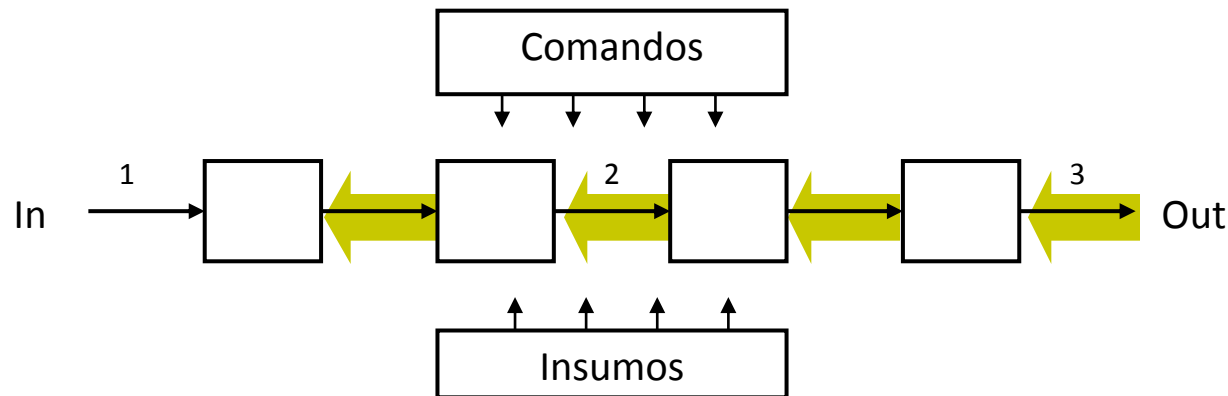
- De cima para baixo
 - O sistema recebeu comandos para realizar as funções especificadas?
 - Ex.: controles, programação, configuração, ajustes iniciais



- Da esquerda para a direita
 - O sinal está sendo propagado pelos sub-sistemas da forma esperada?
 - Ex.: Amplificação, filtragem, acoplamento, atenuação, conversão

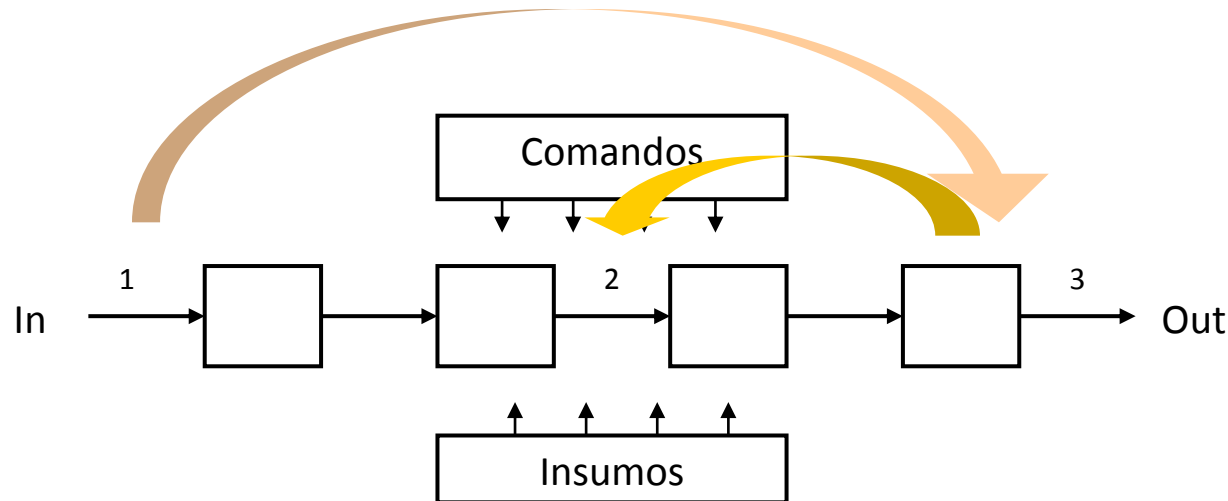


- Da direita para a esquerda
 - Os efeitos das saídas estão sendo retroalimentados para as entradas?
 - As saídas são justificadas pelas entradas?
 - Ex.: Sistemas com realimentação



- Partição Binária

- Verificar as extremidades do sistema; em seguida, dividi-lo funcionalmente ao meio e verificar nesse ponto; repetir o processo



- Mudança de Abordagem
 - Saia e vá tomar um café
 - Peça ajuda para outra pessoa
 - Explique o defeito para outra pessoa
 - Provoque um defeito diferente
 - Justificativa: evitar erros sistemáticos

- Regra Geral:
 - Se ninguém consertou, então não está consertado!