

## Regras e boas práticas para o desenho de esquemas electrónicos

1. **Utiliza designadores de referência consistentes** Atribui a todos os componentes designadores únicos e inequívocos (por exemplo, R1, C12, Q7), de modo a facilitar a discussão técnica, a referência cruzada, a revisão e a manutenção do esquema.
2. **Garante clareza na colocação do texto** Posiciona designadores, valores e anotações de forma legível e não ambígua; evita texto vertical ou sobreposições; ajusta cuidadosamente o texto sempre que símbolos sejam rodados ou espelhados.
3. **Adopta uma disposição lógica do circuito** Organiza o esquema com tensões mais elevadas no topo, terra e tensões mais baixas na base, e fluxo funcional da esquerda para a direita; encaminha alimentação no sentido vertical e sinais de retroacção no sentido oposto ao fluxo principal.
4. **Representa pinos segundo a função, não apenas a ordem física** Em circuitos integrados, dispõe pinos de alimentação no topo, entradas à esquerda e saídas à direita; agrupa pinos relacionados funcionalmente, sobretudo em dispositivos complexos como microcontroladores.
5. **Privilegia ligações directas e claras** Minimiza cruzamentos de fios; utiliza etiquetas de rede ou ligações fora da página apenas quando estas melhorarem efectivamente a legibilidade do esquema.
6. **Desenha para formatos de página usuais** Assegura que o esquema é legível em papel de formato normal (por exemplo, A4) ou em ecrãs comuns; distribui o circuito por várias páginas sempre que tal aumente a clareza.
7. **Etiqueta redes relevantes** Atribui nomes significativos a redes importantes, especialmente quando estas são interrompidas ou percorrem várias páginas; evita rótulos supérfluos que não acrescentem compreensão.
8. **Utiliza nomenclatura concisa e normalizada** Mantém nomes de redes e pinos curtos e claros (por exemplo, CLK, RESET); segue convenções reconhecidas (ANSI, IEEE) sempre que aplicável.
9. **Distingue claramente símbolos e comentários** Utiliza maiúsculas para nomes de redes e pinos; emprega texto corrido para comentários explicativos, de modo a evitar ambiguidades visuais.
10. **Coloca condensadores de desacoplamento junto dos dispositivos** Representa condensadores de desacoplamento fisicamente próximos dos pinos de alimentação que servem, evidenciando a intenção de projecto e facilitando a revisão.
11. **Utiliza correctamente pontos de junção** Emprega pontos de junção em todas as ligações eléctricas efectivas; evita cruzamentos de quatro vias, privilegiando junções em T para eliminar ambiguidades.
12. **Documenta cálculos relevantes** Inclui cálculos simples (por exemplo, correntes, frequências de corte ou constantes de tempo) para justificar escolhas de projecto.
13. **Indica a direcção dos sinais de comunicação** Em interfaces como UART, SPI ou I<sup>2</sup>C, adiciona setas ou anotações que explicitem o sentido do fluxo de dados.
14. **Mantém consistência terminológica** Utiliza nomenclatura uniforme em todo o projecto (por exemplo, VDD ou 3,3 V, mas não ambos); referencia circuitos reutilizados de forma clara.
15. **Divide projectos complexos em módulos** Estrutura sistemas extensos em blocos funcionais distintos, recorrendo a diagramas de bloco sempre que tal clarifique a arquitectura global.

16. **Agrupa designadores por função** Reserva intervalos de designadores para secções específicas (por exemplo, R100–R199 para potência), facilitando a identificação funcional.
17. **Evita reordenar pinos sem necessidade** Preserva, sempre que possível, a ordem de pinos indicada na folha de dados; reordena apenas quando tal beneficie claramente a legibilidade, identificando-o de forma inequívoca.
18. **Utiliza portas fora da página em esquemas multipágina** Liga redes entre páginas através de portas explícitas, assegurando verificações correctas de regras eléctricas.
19. **Não sobrecarregues uma única página** Limita a densidade de informação por folha; distribui o esquema de acordo com blocos lógicos bem definidos.
20. **Reserva espaço em torno dos símbolos** Mantém espaço suficiente para ligações escalonadas e para a inserção clara de componentes em série ou em paralelo.
21. **Ordena logicamente os designadores** Adopta sistemas baseados em páginas, blocos ou quadrantes, facilitando a localização rápida de componentes.
22. **Desenha sobre uma grelha regular** Alinha símbolos e fios a uma grelha consistente, promovendo clareza visual e facilidade de edição posterior.
23. **Utiliza representação física apenas em dispositivos simples** Emprega a ordem física de pinos em componentes simples (díodos, transístores); em dispositivos complexos, privilegia a organização funcional.
24. **Emprega *alias* locais com parcimónia** Utiliza nomes alternativos apenas para clarificação pontual; privilegia portas globais em esquemas extensos.
25. **Inclui diagramas auxiliares quando pertinente** Acrescenta diagramas de bloco, esquemas mecânicos ou notas de colocação para transmitir a intenção global do projecto.
26. **Garante que os esquemas são pesquisáveis** Exporta os documentos em formato PDF pesquisável, facilitando a consulta técnica e a reutilização futura.
27. **Inclui apenas informação essencial nos símbolos** Limita os atributos mostrados (referência, valor, tolerância); reserva detalhes adicionais para a lista de materiais.
28. **Planeia desde cedo a lista de materiais** Utiliza identificadores claros e consistentes para facilitar a geração automática da BOM e a ligação a fornecedores.
29. **Trata a alimentação como um sinal crítico** Representa explicitamente todas as ligações de potência e de terra; evita pinos de alimentação ocultos.
30. **Utiliza comentários técnicos de forma criteriosa** Adiciona notas para salientar pontos críticos, interfaces de *software* ou requisitos eléctricos específicos.
31. **Escolhe adequadamente o tamanho da folha** Adapta o formato e a escala à complexidade do circuito, privilegiando sempre a legibilidade.
32. **Segue convenções de fluxo de sinal e potência** Encaminha sinais da esquerda para a direita e alimentação de cima para baixo; quando houver conflito, privilegia a clareza arquitectónica.

33. **Organiza portas fora da página de forma sistemática** Agrupa portas em colunas bem alinhadas, facilitando o seguimento das interligações.
34. **Alinha o esquema com a disposição física sempre que possível** Reflecte ligações críticas da futura disposição, nomeadamente planos de terra e elementos de dissipação térmica.
35. **Estrutura o projecto por interfaces bem definidas** Identifica claramente entradas, saídas e interligações entre blocos funcionais.
36. **Etiqueta explicitamente as saídas das fontes** Enumera e identifica sinais provenientes de fontes ou reguladores, reforçando a rastreabilidade.
37. **Inclui notas técnicas em cada página** Adiciona referências normativas, tolerâncias padrão e observações relevantes, mantendo uma organização coerente.

## Referências Consultadas

- Workforce Development. *Understanding and Using Electronic Diagrams*. [Em linha]. Disponível em: [https://www.workforcedevelopment.com/pdf/sample/Sample\\_Lesson\\_Understanding\\_and\\_Using\\_Electronic\\_Diagrams.pdf](https://www.workforcedevelopment.com/pdf/sample/Sample_Lesson_Understanding_and_Using_Electronic_Diagrams.pdf).
- Iczhiku. *Document on Electronic Schematics*. [Em linha]. Disponível em: <https://picture.iczhiku.com/resource/eetop/wYKGsQAEWqSkoBMX.pdf>.
- Buzz. *Electronics Schematics Circuits and Microcontrollers*. [Em linha]. Disponível em: <https://ia902807.us.archive.org/7/items/BUZZ20391/1Electronics%20Schematics%20Circuits%20And%20Microcontrollers%20503%20PGS.pdf>.
- The Institution of Engineering and Technology (IET). *Units and Symbols*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.theiet.org/media/4173/units-and-symbols.pdf>.
- Online-PDH. *CES SG Online-PDH*. [Em linha]. Disponível em: [https://www.online-pdh.com/file.php/223/CES\\_SG\\_Online-PDH\\_.pdf](https://www.online-pdh.com/file.php/223/CES_SG_Online-PDH_.pdf).
- SmartDraw. *How to Draw Electrical Diagrams*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.smartdraw.com/circuit-diagram/how-to-draw-electrical-diagrams.htm>.
- Stack Exchange. *Rules and Guidelines for Drawing Good Schematics*. [Em linha]. Disponível em: <https://electronics.stackexchange.com/questions/28251/rules-and-guidelines-for-drawing-good-schematics>.
- Proto Express. *Schematic Design Rules*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.protoexpress.com/kb/schematic-design-rules/>.
- Codidact. *Post on Electrical Schematics*. [Em linha]. Disponível em: <https://electrical.codidact.com/posts/278601>.
- EMA-EDA. *Rules to Make Schematics Clear and Easy to Understand*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.ema-eda.com/ema-resources/blog/rules-to-make-schematics-clear-and-easy-to-understand/>.
- RS-Online. *What is Schematic Design*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.rs-online.com/designspark/what-is-schematic-design>.
- Open Circuit Design. *Good Schematic Design Practices*. [Em linha]. Disponível em: <http://opencircuitdesign.com/xcircuit/goodschem/goodschem.html>.

- LinkedIn. *Top 10 Guidelines and Tips for Electronics Schematics Design*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/top-10-guidelines-tips-electronics-schematic-s-design-m-r-shahin-myadc>.
- MKT PCB. *Schematic Diagram*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.mktpcb.com/schematic-diagram/>.