

O esquemático foi desenvolvido para atender a todas as exigências do projeto físico da placa de circuito impresso. O uso do microcontrolador em formato standalone (apenas o chip) exige cuidados específicos para garantir seu funcionamento adequado. Os sensores e o display foram substituídos por conectores de três e quatro pinos, respectivamente, do tipo Molex, devido à posição física dos sensores, localizados na extremidade de um case com 15 cm de comprimento. Embora o circuito esquemático seja simples e resulte em uma placa menor que o case, essa diferença de tamanho justifica o uso dos conectores, permitindo a ligação por fios até os sensores e a interface homem-máquina (display). Para facilitar o entendimento, o esquemático foi dividido em blocos funcionais. O esquemático está ilustrado na Figura 1, abaixo.

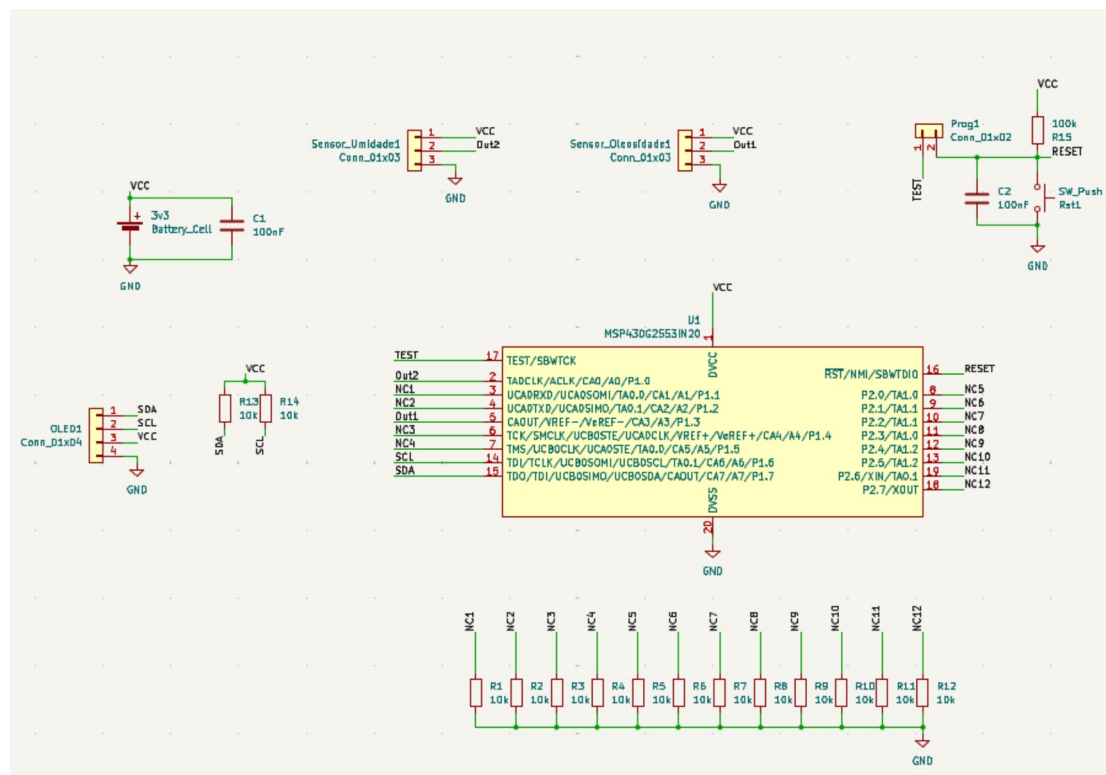


Figura 1: visão geral do esquemático

O primeiro bloco corresponde ao sensor de umidade, que utiliza um circuito RC conectado em série. Esse circuito altera sua impedância conforme o nível de umidade presente na pele. A alimentação é feita por meio de dois pinos: um conectado ao VCC (pino

1) e outro ao GND (pino 3). O pino central (pino 2), ligado ao ponto de junção entre o resistor e o capacitor, envia a tensão do capacitor em relação ao GND ao microcontrolador. Essa leitura é feita através do pino 2 (P1.0), configurado como entrada para o TIMER0, responsável por medir o tempo de carga/descarga do capacitor.

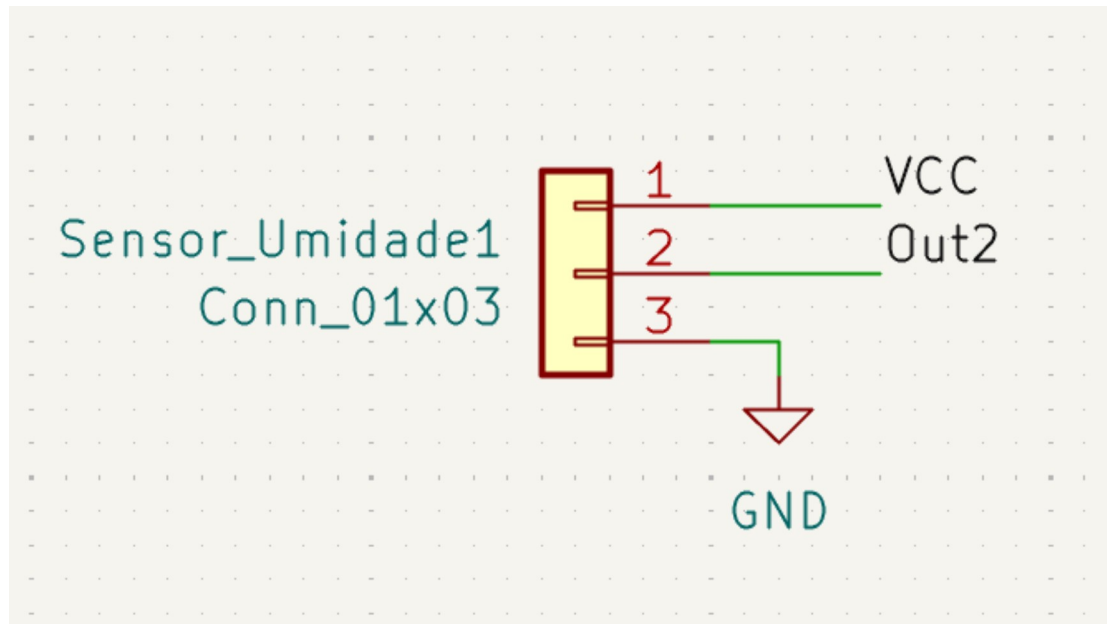


Figura 2: bloco sensor de umidade do esquemático

O bloco do sensor de oleosidade segue o mesmo princípio do sensor de umidade, a diferença está na saída do sinal: a tensão gerada no circuito é enviada ao microcontrolador por meio do pino p1.3, onde será convertida por um conversor analógico-digital (ADC) e posteriormente interpretada pelo sistema. O sensor de oleosidade pode ser visto na figura 3 abaixo.

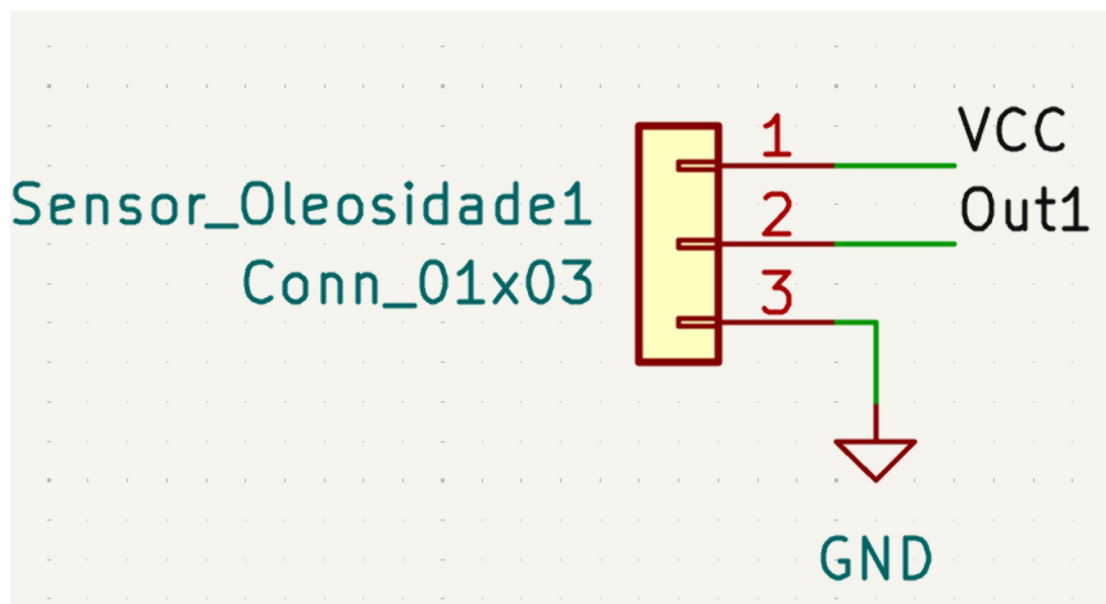


Figura 3: bloco sensor de oleosidade do esquemático

Este bloco representa a interface de programação e depuração do sistema, por meio de um conector macho de 2 pinos. Ele está conectado diretamente aos pinos TEST (17) e RST (16) do MSP430G2553, permitindo a gravação de firmware e depuração via protocolo SBW (Spy-Bi-Wire), padrão da linha MSP430. Para garantir a estabilidade do sinal de reset, foi adicionado um resistor pullup de 100 k Ω entre o pino RST e o VCC (3 V), mantendo o nível lógico alto durante a operação normal. Um capacitor de 100 nF entre o pino RST e o GND funciona como filtro, suprimindo ruídos e transientes que poderiam causar reinicializações indesejadas. A solução adotada garante robustez e compatibilidade com programadores padrão. A estrutura do bloco de reset e programação pode ser vista na figura 4 abaixo.

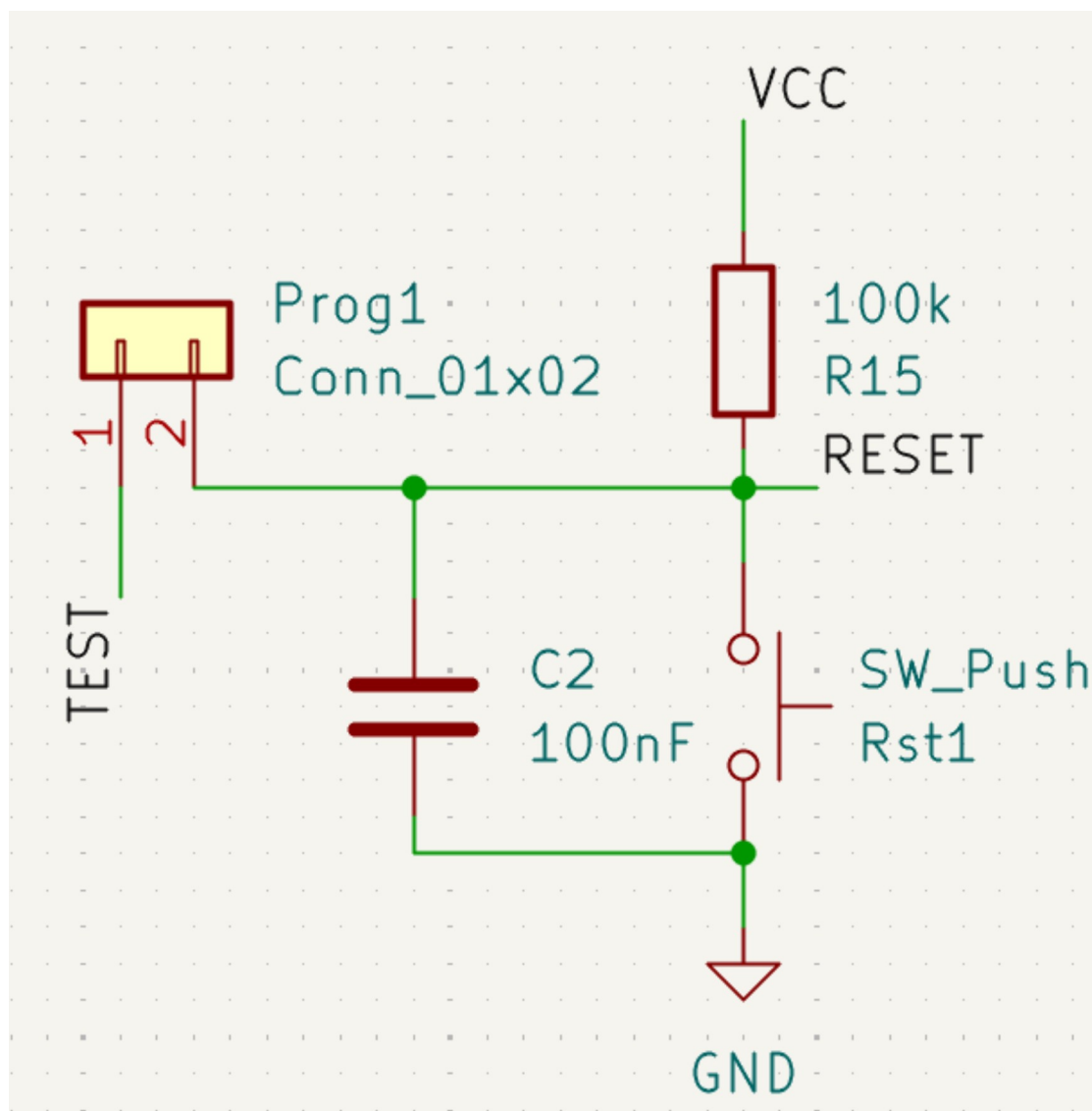


Figura 4: bloco programação e reset do esquemático

O bloco de alimentação foi projetado com foco na portabilidade do produto, sendo utilizada uma bateria tipo moeda. As opções consideradas foram CR2450 (500 mAh) e CR2477 (1000 mAh), ambas de 3 V. Inicialmente cogitou-se o uso de uma CR2032, mas sua capacidade foi considerada insuficiente diante do consumo contínuo do display e dos sensores. Um capacitor de 100 nF foi adicionado em paralelo para filtragem de ruídos e estabilização da tensão de alimentação. A bateria será inserida em um soquete apropriado, garantindo fácil substituição. Optou-se pelas baterias do tipo moeda por sua praticidade, baixo custo e compatibilidade com o perfil do projeto. A bateria pode ser vista na figura 5 abaixo.

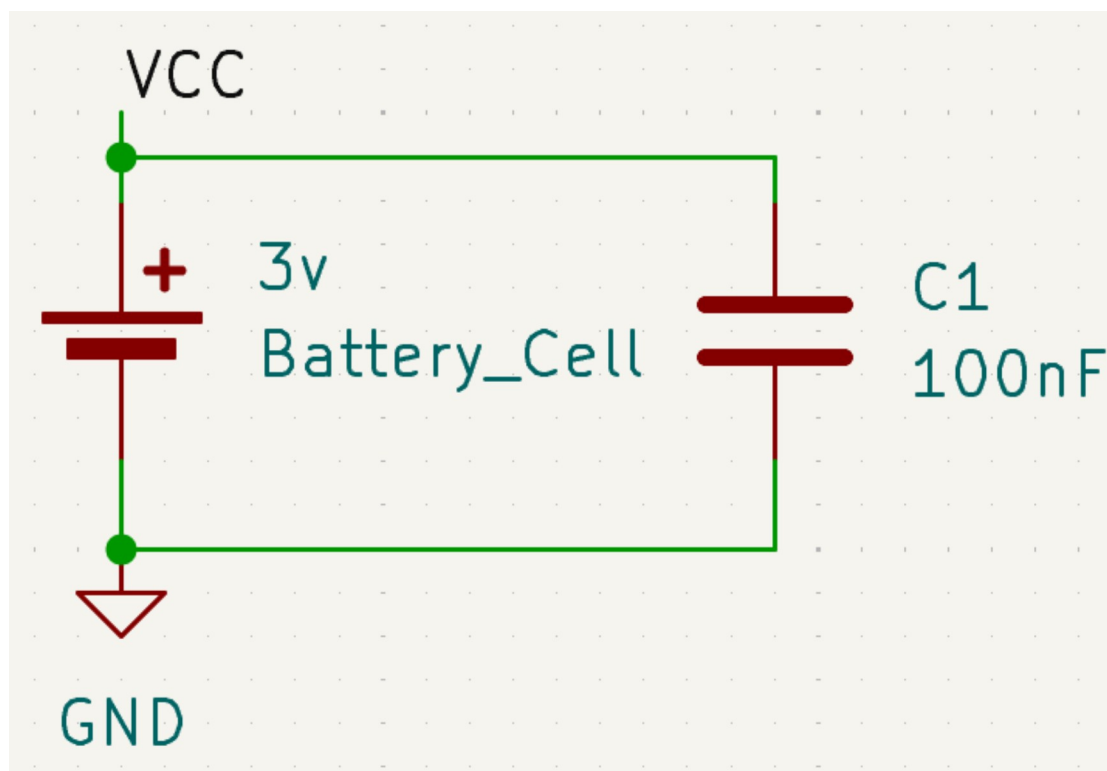


Figura 5: bloco alimentação do esquemático

A interface visual do sistema é composta por um display OLED de 0,96 polegadas, com resolução de 128x64 pixels e comunicação via protocolo I²C. A conexão com o MSP430G2553 é feita através de um conector Molex fêmea de 4 pinos, que fornece as linhas de alimentação (VCC e GND) e os sinais de dados (SDA) e clock (SCL). O display é alimentado com 3 V, compatível com os níveis do microcontrolador. Os pinos 14 (SCL) e 15 (SDA) do MSP430G2553 foram utilizados para essa comunicação. Foram incluídos resistores pullup de 10 k Ω nessas linhas, conforme exigido pelo padrão I²C, garantindo a integridade dos sinais e evitando estados indefinidos. Essa solução oferece uma interface gráfica de baixo consumo e boa legibilidade para o usuário. A interface gráfica pode ser vista figura 6 abaixo.

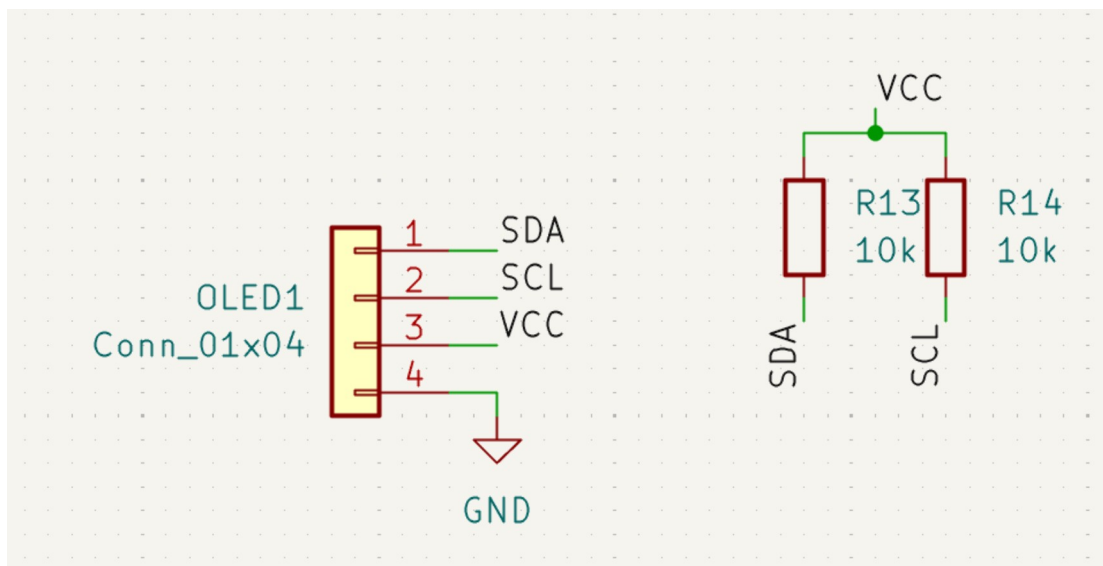


Figura 6: bloco display oled do esquemático

A distribuição dos pinos do microcontrolador foi cuidadosamente planejada conforme as funcionalidades necessárias. Os pinos 16 (RST) e 17 (TEST) são reservados para programação e depuração. O pino 1 (VCC) fornece 3 V e o pino 20 (GND) é o terra do sistema. O pino 2 (P1.0) é utilizado para leitura do sensor de umidade via TIMER0, e o pino 5 (P1.3) recebe o sinal analógico do sensor de oleosidade, convertido via ADC3. Os pinos 14 (P1.6) e 15 (P1.7) foram reservados para a comunicação I²C com o display OLED. Os demais pinos não são utilizados neste projeto. As conexões utilizadas do microcontrolador podem ser vistas na figura 7 abaixo.

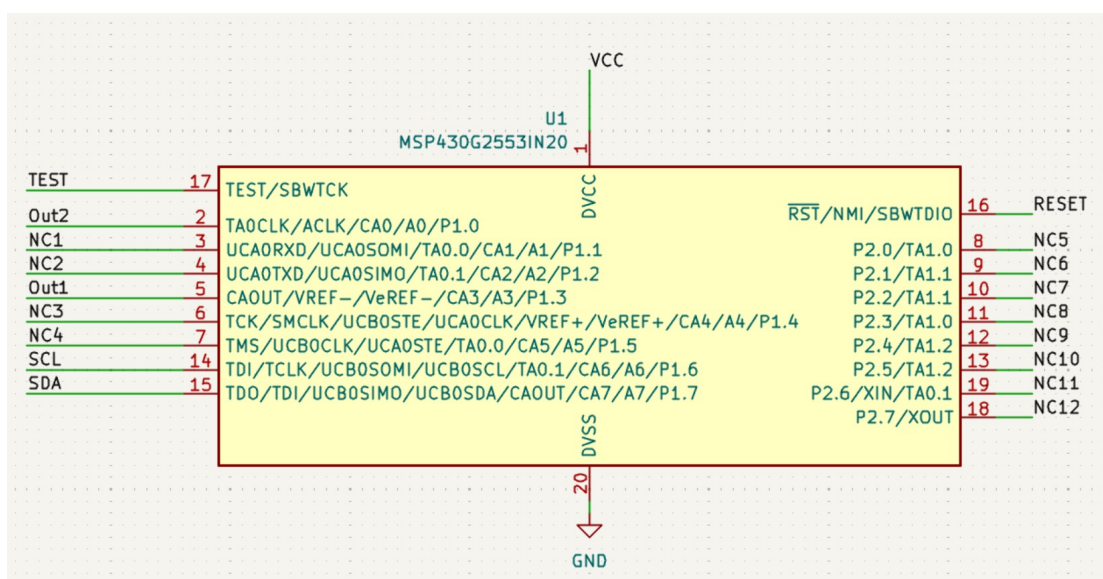


Figura 7: bloco microcontrolador msp430g2553 do esquemático

Para garantir imunidade a ruídos e prevenir consumo indevido ou comportamento inesperado, todos os pinos não utilizados do MSP430G2553 foram conectados a resistores pulldown de 10 k Ω . Embora seja possível configurar esses pinos em nível baixo via software, a solução física foi preferida por confiabilidade adicional. Os resistores foram conectados diretamente aos pinos 3, 4, de 6 a 13, além dos pinos 18 e 19, garantindo que esses terminais permaneçam em estado definido durante toda a operação do sistema.. A rede de resistores pulldown para os pinos não utilizados pode ser vista na figura 8 abaixo.

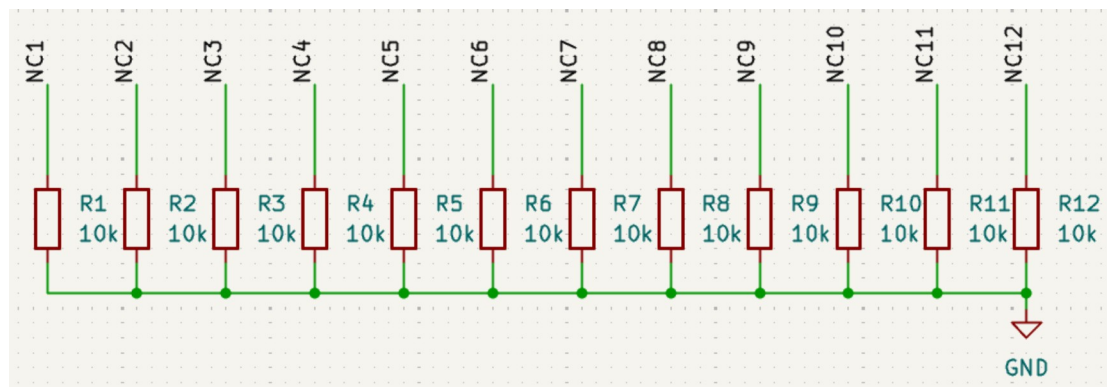


Figura 8: bloco pinos não utilizados no esquemático