## O Padrão IEEE 754

por Gabriel da Cunha Dertoni nº usp: 11795717

O Padrão para Aritmética com Pontos Flutuantes IEEE (IEEE 754) é um padrão estabelecido em 1985 pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos<sup>[1]</sup> (IEEE). Esse padrão se tornou amplamente adotado e é utilizado até os dias atuais como uma convenção de como a aritmética com pontos flutuantes (números reais) deve funcionar.<sup>[2]</sup>

Na época em que foi estabelecido, cada fabricante utilizava seu próprio padrão de aritmética com pontos flutuante<sup>[3]</sup>. Por consequência, havia grande incompatibilidade entre as máquinas. Dessa necessidade surgiu o padrão IEEE 754, como uma colaboração entre pesquisadores e projetistas de microprocessadores liderada pelo IEEE.

O padrão IEEE 754 descreve os números numa forma de notação científica, que em base binária pode ser descrita a partir da forma:

## $a \times 2^e$

Para tal, se secciona os bits fornecidos em três partes distintas: o sinal, o expoente e a mantissa. O sinal, consiste de apenas um bit e representa se o número é positivo ou negativo (0 positivo, 1 negativo). A mantissa (a) representa a parte fracionária do número. Para qualquer valor da mantissa, exceto 0, sempre haverá algum 1 mais a esquerda representando o bit mais significativo do número. Como esse bit quase sempre se encontra presente, ele é redundante e, portanto pode ser ignorado na mantissa. Para tal é necessário que a mantissa comece a partir do segundo bit mais significativo. O expoente (e) representa o número de casas que precisam ser deslocadas para que o segundo bit mais significativo da mantissa se encontre na primeira posição. Dessa forma a mantissa apenas armazena os bits após a vírgula<sup>[1]</sup>.

1 10000101 01001110000000000000000 (32 bits)

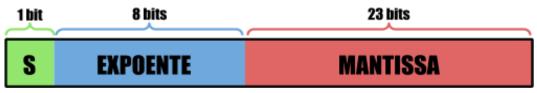


Figura 1: Distribuição e posicionamento dos bits para 32 bits totais.

Essa forma de representar números reais, entretanto, possui desvantagens. Por conta da forma como ela é formulada, números que não se encaixam no padrão x /  $2^k$ , onde x é o número que se deseja representar, devem ser arredondados. Portanto, números racionais como % ou % podem apenas ser aproximados no IEEE 754. Para tal, se pode utilizar de arredondamento para cima, para baixo, ou para o número mais próximo<sup>[2]</sup>.

Para realizar aritmética com números no padrão IEEE 754, é necessário primeiro separar a representação novamente em mantissa, expoente e sinal. Ao realizar a adição, a primeira etapa é igualar os expoentes dos dois números sendo adicionados dividindo um deles por 2 repetidas vezes (aumentar *e*) até que os expoentes se igualem. Depois, pode se somar as mantissas e depois normalizar o resultado novamente ao padrão. Na multiplicação basta multiplicar as mantissas e somar os expoentes<sup>[3]</sup>.

## Referências:

- [1] IEEE 754. Disponível em: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/IEEE\_754">https://pt.wikipedia.org/wiki/IEEE\_754</a>>. Acesso em 23 mar. 2020.
- [2] Representação em Ponto Flutuante. Disponível em: <a href="http://www.ic.uff.br/~simone/scminter/contaulas/6\_FLOAT.pdf">http://www.ic.uff.br/~simone/scminter/contaulas/6\_FLOAT.pdf</a>>. Acesso em 23 mar. 2020.
- [3] Padrão IEEE 754-2008. Disponível em: <a href="https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/nepomuceno/ca/03a-compieee.p">https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/nepomuceno/ca/03a-compieee.p</a> df>. Acesso em 23 mar. 2020.
- [4] Floating Point Numbers (Part2: Fp Addition) Computerphile. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=7820WNOD\_Z0&t=66s">https://www.youtube.com/watch?v=7820WNOD\_Z0&t=66s</a>>. Acesso em 23 mar. 2020.