

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

VINÍCIUS TAKEO FRIEDRICH KUWAKI¹
RODRIGO DA SILVA FARIA¹
~~ALEXANDRE SILVA VASQUEZ RIBEIRO¹~~

MICROPROCESSADORES

JOINVILLE

2018

VINÍCIUS TAKEO FRIEDRICH KUWAKI
RODRIGO DA SILVA FARIA
ALEXANDRE SILVA VASQUEZ RIBEIRO

MICROPROCESSADORES

Trabalho de SNA, da Universidade
do Estado de Santa Catarina

JOINVILLE
2018

RESUMO

Os computadores pessoais estão presentes no cotidiano da sociedade desde o final da década de 1980, sendo hoje indispensáveis em qualquer ambiente. Auxiliando em tarefas cotidianas, possuem uma peça que é fundamental em todo o processo: o microprocessador. Sem ele, seria impossível realizar cálculos matemáticos e resolver os problemas ao qual os computadores são expostos.

O objetivo desse trabalho é apresentar a história dos microprocessadores, desde o primeiro, até os processadores nos dias atuais, além de mostrar como funciona o processo de fabricação, desde a matéria bruta, até a sua forma final. Também apresenta uma comparação entre as duas maiores empresas do ramo: Intel e AMD, mostrando alguns de seus produtos, vantagens e desvantagens de cada.

Ademais, é apresentado o produto top de linha no mercado na época da elaboração deste trabalho.

PALAVRAS CHAVE: microprocessadores, Intel, AMD.

ABSTRACT

The personal computers are present in society daily since late 1980s, being indispensable these days in every surrounding. Assisting in daily works, have a fundamental part in all the process: the microprocessor. Without him, it would be impossible to fulfill mathematical calculations and solve problems to which the computers are exposed to.

The goal of this work is to introduce the history of the microprocessors, since the first to the actual ones, besides to show how is the fabrication process, from the raw material to his final form. In addition, presents a parallel between the two most important companies' in the business: Intel and AMD, showing some of their products, advantages and the disadvantages of each one.

Furthermore, is introduced the top of line product in the market in the time of elaboration of this work.

KEY WORDS: microprocessor, Intel, AMD.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 6 |
| 1. MICROPROCESSADORES ATUAIS..... | 7 |
| 1.1. A FABRICAÇÃO DE MICROPROCESSADORES..... | 7 |
| 1.2. GERAÇÃO DE MICROPROCESSADORES..... | 11 |
| 1.2.1. INTEL 8080..... | 11 |
| 1.2.2. 8086..... | 12 |
| 1.2.3. 80286..... | 12 |
| 1.2.4. 80386..... | 13 |
| 1.2.5. 80486..... | 14 |
| 1.2.6. PENTIUM..... | 14 |
| 1.3. INTEL CORPORATION..... | 15 |
| 1.4. AMD (ADVANCED MICRO DEVICES)..... | 15 |
| 1.5. AMD X INTEL..... | 16 |
| 1.5.1. BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA INTEL..... | 16 |
| 1.5.2. BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA AMD..... | 17 |
| 2. PROCESSADORES MOBILES..... | 18 |
| 3. PROCESSADORES MULTINÚCLEOS..... | 20 |
| 4. AS NOVAS GERAÇÕES..... | 21 |
| 4.1. NOVAS GERAÇÕES DA INTEL..... | 21 |
| 4.2. NOVAS GERAÇÕES DA AMD..... | 22 |
| 5. INDICAÇÃO TOP DE LINHA..... | 23 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 24 |
| REFERENCIAS..... | 25 |

INTRODUÇÃO

Por séculos a humanidade procurou um jeito de automatizar os seus processos, sejam eles industriais, agrícolas, ou até pessoais. Os séculos se passaram e a busca ainda hoje não acabou: um aparelho capaz de realizar os trabalhos cotidianos, o mais rápido possível com mais eficácia.

Com essa necessidade surgiu então o computador, um aparelho que no primeiro instante realizava apenas cálculos matemáticos, mas que com o passar dos anos evoluiu para algo mais, substituindo até mesmo os seres humanos nos mais diversos trabalhos, no controle de processos industriais, no monitoramento de dados, etc.

Entretanto essa nova invenção só funciona com uma peça fundamental, o processador. “Esse componente tão vital é responsável por carregar e realizar as operações aritméticas e lógicas de que os programas de computador fazem uso. Portanto, nada funciona sem a famosa CPU” (ARRUDA, 2011).

1. MICROPROCESSADORES ATUAIS

Os microprocessadores, também conhecidos como CPU (Central Processing Unit), são circuitos integrados que podem ser programados para realizar alguma tarefa em específico, manipulando e processando dados de entrada.

O papel do microprocessador é somente um: pegar os dados de entrada, processa-los conforme uma programação prévia e então desenvolver um resultado.

O primeiro microprocessador comercial do mundo foi desenvolvido pela Intel em 1971, a pedido de uma empresa japonesa para a fabricação de calculadoras portáteis. Naquela época o microprocessador incorporou funções que antes atuavam separadamente em outros componentes, e foi chamado de Intel 4004, considerado o primeiro microprocessador construído no mundo.



Figura 1 – Microprocessador Intel 4004

Atualmente quase todos os aparelhos domésticos possuem um microprocessador, televisões, micro-ondas, lavadora de pratos, etc.

1.1. A FABRICAÇÃO DE MICROPROCESSADORES

Os transistores são considerados os átomos do computador, são pequenos componentes presentes em qualquer aparelho eletrônico, basicamente são os únicos componentes inteligentes na eletrônica (considerando apenas funções básicas).

O primeiro transistor, foi criado e desenvolvido em 1948, nos laboratórios da Bell Telephone, Estados Unidos da América, por John Bardeen, Walter Houser Brattain e William Bradford Shockley (ARRUDA, 2011), que mais tarde receberam o prêmio Nobel de Física por tal descoberta. Sendo utilizado silício e germânio em sua construção. Os transistores passaram a ser utilizados em vários tipos de aparelhos, rádios, televisores, etc. Permitindo assim uma redução considerável no tamanho desses dispositivos, aumentando a portabilidade dos produtos eletrônicos.

Quando em conjunto, vários transistores podem realizar tarefas complexas como execução de aplicativos e jogos avançados, sendo justamente por esses motivos que existem em abundância dentro dos processadores.

A areia é o elemento fundamental na criação de um CPU, e após várias transformações ela se transforma em um elemento inteligente dentro do computador, já que ela é constituída de 25% de silício. Este então precisa ser purificado, passando por várias etapas até que atinja a qualidade máxima.

Para purificar o silício é necessário derrete-lo a uma temperatura superior ao nível de fusão, deixando o material na sua forma mais pura, ao realizar essa etapa cria-se um grande lingote, uma espécie de cilindro. Esse lingote então é cortado em pequenos discos, com espessura em torno de 1mm, conhecidos também como wafers, possuem uma estrutura química perfeita, onde posteriormente os transistores serão encaixados.

O tamanho varia conforme a fabricante, a Intel, por exemplo, utiliza wafers com 30 cm de diâmetro (JORDÃO, 2011). O disco é então polido, e armazenado em um ambiente totalmente higienizado, pois nenhuma partícula de poeira pode chegar próximo, conhecidos como “salas limpas”, esses locais são até 10 mil vezes mais limpos que uma sala de cirurgia.

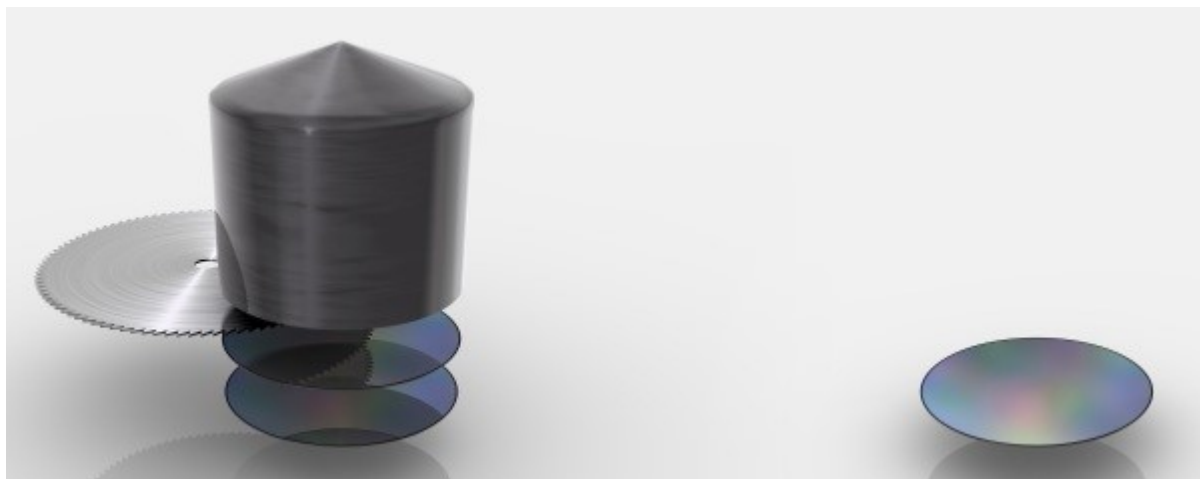


Figura 2 – Wafers

Após ser polido, é aplicado o processo foto-litográfico, que determina o desenho do processador, as fabricantes aplicam um material foto-resistente ao wafer, variando de acordo com a empresa.



Figura 3 – Inserindo o desenho

É aplicado então luz ultravioleta para realizar a transferência do diagrama do circuito para o wafer, a luz refletida através de uma lente fica gravada e as partes que ficaram maleáveis são então removidas por um fluido, e então os transistores podem ser colocados.

E então começa um processo onde as propriedades elétricas básicas dos transistores serão inseridas, aproveitando a característica de semicondutor do silício, os átomos são dopados e então jogados dentro da estrutura do wafer.



Figura 4 – Processo de dopagem

No próximo estágio uma camada de proteção é colocada, para prevenir curtos-circuitos, e então o cobre é adicionado, servindo para ligar bilhões de transistores e preenchendo os espaços vazios que sobraram no wafer. Depois que tudo está devidamente ligado, os circuitos integrados vão interagir entre si e agir em conjunto.

O wafer é então cortado em várias partes para gerar vários processadores, entretanto cada pedaço dele não é uma CPU e sim um die, nome dado ao circuito principal. O die é fixado sobre uma base metálica e será responsável por interligar os circuitos internos da CPU com os componentes da placa-mãe através de pinos metálicos dos quais serão então encaixados no Socket.



Figura 5 – Etapa final

1.2. GERAÇÃO DE MICROPROCESSADORES

“Em 1965, Gordon Moore, um dos fundadores da Intel, observou que o número de transistores que podiam ser impressos em uma única pastilha (chip), dobrava a cada ano e previu que esse crescimento continuaria no futuro” (UEHARA, 2011). Tal observação ficou conhecida como Lei de Moore.

1.2.1. INTEL 8080

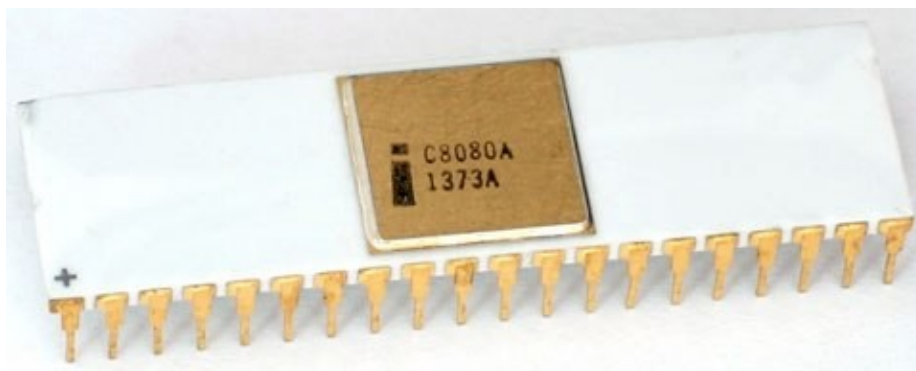


Figura 6 – Intel 8080

| | |
|------------------------|--------|
| Data | 1974 |
| Frequência | 2 MHz |
| Número de Transistores | 6000 |
| Largura do Barramento | 8 bits |
| Memória endereçável | 64 KB |

Quadro 1 – Características Intel 8080

1.2.2. 8086



Figura 7 – Intel 8086

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Data | 1978 |
| Frequência | 4,77 MHz, 8 MHz, 10 MHz |
| Número de Transistores | 29000 |
| Largura do Barramento | 16 bits |
| Memória endereçável | 1 MB |

Quadro 2 – Características Intel 8086

1.2.3. 80286



Figura 8 – Intel 80286

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Data | 1982 |
| Frequência | 6, 8, 10, 12.5, e 16 MHz |
| Número de Transistores | 134000 |
| Largura do Barramento | 16 bits |
| Memória endereçável | 16 MB |

Quadro 3 – Características Intel 80286

1.2.4. 80386



Figura 9 – Intel 80386

| | |
|------------------------|-------------------|
| Data | 1985 |
| Frequência | 16,20,25 e 33 MHz |
| Número de Transistores | 275000 |
| Largura do Barramento | 32 bits |
| Memória endereçável | 4 GB |

Quadro 4 – Características Intel 80386

1.2.5. 80486



Figura 9 – Intel 80486

| | |
|------------------------|-----------------|
| Data | 1989 |
| Frequência | 25, 33 e 50 MHz |
| Número de Transistores | 1.200.000 |
| Largura do Barramento | 32 bits |
| Memória endereçável | 4 GB |

Quadro 5 – Características Intel 80486

1.2.6. PENTIUM



Figura 10 – Intel PENTIUM

| | |
|------------------------|--------------|
| Data | 1993 |
| Frequência | 60 a 200 MHz |
| Número de Transistores | 3.100.000 |
| Largura do Barramento | 64 bits |
| Memória endereçável | 64 GB |

Quadro 6 – Características Intel PENTIUM

1.3. INTEL CORPORATION

Fundada em 1968 por Gordon Moore, Robert Noyce e Andy Grove com a intenção de atuar no setor de eletrônica integrada, hoje em dia uma das maiores empresas do ramo. Seu nome origina do termo em inglês *Integrated Eletronic* (eletrônica integrada). Seus primeiros produtos foram dispositivos de memória semicondutora, porém a empresa ficou mais conhecida por inventar o microprocessador 4004 em 1971. Porém ainda eram uma empresa pequena na época, que só se tornou mundialmente conhecida no final da década de 1971, com os processadores da família 8080 que faziam parte dos computadores pessoais da IBM. “Com o sucesso, a empresa passa a focar o mercado de microprocessadores, tornando-se o maior fabricante mundial (UEHARA, 2011) ”.

1.4. AMD (ADVANCED MICRO DEVICES)

A AMD foi fundada em 1969, produzindo em seu começo chips sobre encomenda para a própria Intel, somente mais tarde ela veio a desenvolver seus próprios produtos.

Uma estratégia adotada pela empresa no começo, numa tentativa de ganhar o mercado, foi oferecer produtos de baixo custo, o que mais tarde acabou se tornando uma referência da empresa. Logo, em 1982, ela lança um de seus primeiros processadores, o 286A, este possuía duas velocidades de 12Mhz ou 16Mhz, não representava um grande avanço tecnológico, entretanto possuía alguns recursos interessantes, sendo um deles o emulador SEM, que possibilitava ao programa sair do modo de proteção, coisa que o concorrente da época, o Intel 286 não fazia.

Hoje em dia AMD é fornecedora mundial de circuitos integrados para os mercados de computadores pessoais e de rede, assim como para o mercado de comunicações. Com sede em Sunnyvale na Califórnia, a AMD possui fábricas nos Estados Unidos, Europa, Japão e Ásia, sendo a principal concorrente da Intel no mercado de microprocessadores.

“Tanto a Intel como a AMD possuem uma história bem parecida em relação ao desenvolvimento tecnológico de seus produtos” (UEHARA, 2011).

1.5. AMD X INTEL

A Intel é certamente a marca de processadores mais popular do mundo, responsável pela receita de mais de 80% do mercado mundial de CPUs, enquanto que a AMD fica distante em segundo lugar.

1.5.1. BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA INTEL

Os processadores da Intel possuem melhor performance em alguns aspectos primordiais, ainda que os chipsets da AMD possuam mais núcleos de processamento, os núcleos dos chipsets da Intel são mais rápidos e eficientes individualmente, todavia isso não é uma regra, há também processadores da AMD com performance melhor que os da Intel, porém não muitos.

Fazendo comparações, um Intel Core i7-6700K vence com facilidade o seu equivalente AMD: o FX-9590, em termos de especificações a constatação não é tão óbvia assim. O chipset da Intel é um quad-core de 4Ghz, enquanto que o da AMD é octa-core de 4.7Ghz, ainda assim a performance do processador da Intel é superior.

Isso se deve principalmente aos anos de investimentos da Intel em pesquisa e desenvolvimento na arquitetura de seus chips (CARVALHO, 2017). Os processadores da Intel também costumam flexibilizar muito a questão de compatibilidade com placas-mães, auxiliando muito na hora de montar um computador próprio.

Entretanto, a maioria dos processadores da Intel de maior desempenho também são os que mais custam ao consumidor, em comparação com um AMD de especificações semelhantes.

1.5.2. BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS DA AMD

A AMD sofre críticas com relação a sua eficiência energética, os processadores da marca consomem, em média, mais energia que os da concorrência, além do problema relacionado a temperatura, dos quais ficam mais quente com maior frequência, isso se deve mais ao número superior de núcleos, que torna a dissipação de calor mais difícil.

Logo, um processador AMD de alto nível acaba exigindo um sistema de refrigeração melhor, o que na maioria das vezes acaba fazendo com o que o preço da combinação de processador mais sistema de refrigeração se torne mais caro do que comprar um processador Intel.

A Intel faz muitos processadores que são mais rápidos e eficientes, enquanto que a AMD tem processadores com melhores placas gráficas integradas e por um custo-benefício mais vantajoso, ao menos nos modelos mais baratos.

2. PROCESSADORES MOBILES

A caracterização de processadores mobiles está diretamente relacionada a dispositivos como, smartphones, notebooks, tablets e outros dispositivos com a possibilidade de mobilidade, tais processadores mobiles tem como componente primordial o ARM.

O ARM *Advanced RISC Machine*, RISC é um conjunto de instruções utilizadas durante um processamento de maneira reduzida (Reduced Instruction Set Computer), isso nada mais é do que a maneira com a qual o processador lida com as instruções dadas a ele.

Essa tecnologia atualmente é liderada no mercado por grandes empresas como a NVIDIA, responsável por processadores como o Tegra, a Qualcomm pelo desenvolvimento do popular snapdragon e muitas outras empresas responsáveis pelos desenvolvimentos de chips de processamento compatíveis com dispositivos mobile.

A capacidade de processamento está muito ligada a empresa fabricante, cada um deles possui uma especificação individual, como por exemplo os processadores da NVIDIA que foram criados para que pudessem rodar no sistema Android. Muitas outras empresas utilizam os processadores ARM, pois é o padrão utilizado no mercado quando o assunto é smartphones, tablets etc. A velocidade de processamento vem crescendo cada vez mais, bem como a quantidade de núcleos, pode-se dizer que a velocidade média dos processadores varia entre 600Mhz a 2Ghz.

A Intel começou buscando espaço no desenvolvimento de chips para aparelhos móveis, um de seus projetos foi um chip chamado Atom Lexington, era um processador da linha x86 da Intel que visava funcionar em aparelhos com um preço mais acessível, possuindo um clock de até 1,2Ghz. Tratando-se de atualidade a Intel vem trazendo para o mercado processadores de sua 8ª geração com uma capacidade muito avançada visando uma maior velocidade em conexões Wi-Fi e uma enorme capacidade de processamento.

O mercado de processadores mobile vem crescendo muito nos últimos anos, vemos um avanço extremamente rápido com um constante lançamento de versões de processadores cada vez mais poderosos. Hoje em dia podemos citar o exemplo da apple com seu novo Iphone Xs com seu processador A12 bionic, que possui uma capacidade de processamento que alguns anos atrás seria inimaginável, ele vem com um processador Hexa Core com um clock de 2,4Ghz, é praticamente 15x mais desempenho do que os primeiros processadores que surgiram no mercado.



Figura 11 – Apple A12 Bionic

3. PROCESSADORES MULTINÚCLEOS

Um processador multinúcleo nada mais é que um processador com dois ou mais núcleos de processamento no interior de um único chip. Esses núcleos têm por finalidade dividir suas tarefas para permitir um maior desempenho sem exigir muito da máquina. Em processadores desse tipo o SO trata cada núcleo como um processador distinto, vale ressaltar que dois ou mais núcleos não somam a capacidade de processamento, eles apenas dividem as tarefas entre si. Por exemplo, um processador Quad-Core com clock de 1,6Ghz não corresponde a um processador que trabalha a um clock de 6,4Ghz, e sim quatro núcleos trabalhando paralelamente.

O surgimento desses processadores se tornou necessário devido ao enorme sobrecarregamento dos processadores single core que surgiam com clock cada vez mais alto e a função de resfriamento sobre eles era cada vez mais difícil de se executar, essa é uma das grandes vantagens que os processadores multicore levam em cima dos singlecores, a maior facilidade de resfriamento, e também como vantagem a maior capacidade de processamento.

Processadores multicore apesar do maior desempenho gastam menos energia, um fator importante quando se trata de dispositivos que dependem de bateria. Tornou-se também mais fácil a execução de mais aplicativos simultaneamente, uma vez que a tarefa de processamento está dividida entre os núcleos do processador.

4. AS NOVAS GERAÇÕES

4.1. NOVAS GERAÇÕES DA INTEL

Os processadores Intel são divididos em versões que vão das mais básicas para as melhores da linha, essas versões são: Intel Core i3, Intel Core i5, Intel Core i7 e o Intel Core i9 e outras versões voltadas para computadores que exigem uma capacidade muito além do uso pessoal.

A Intel anunciou neste ano a 9ª geração de seus processadores, o destaque dessa geração é o processador i9-9900K, um processador com 8 núcleos, 16 threads, e frequência base de 3,6Ghz e um clock máximo de 5Ghz. A sigla “K” presente no processador significa que ele seja desbloqueado, ou seja, o usuário tem a opção de exigir mais capacidade de processamento de seu processador, saindo da base de 3,6Ghz e podendo atingir os 5Ghz de velocidade.

O Intel Core i7-9700K, um processador com 8 núcleos, 8 threads, e frequência base de 3,7Ghz e um clock máximo de 4,9Ghz. A sigla “K” presente no processador significa que ele seja desbloqueado, ou seja, o usuário tem a opção de exigir mais capacidade de processamento de seu processador, saindo da base de 3,6Ghz e podendo atingir os 5Ghz de velocidade. E o processador Intel Core i5-9600K com 6 núcleos e 6 threads, clock base de 3,7Ghz e máximo de 4,6Ghz.

A Intel possui também os processadores X-Series, que são os processadores voltados para finalidades ainda mais pesadas, trata-se de processadores com até 16 núcleos e uma base de 4,5Ghz de processamento. Como se não fosse suficiente a Intel anunciou também o processador voltado para supermáquinas, o Xeon W-3175X que possui nada mais nada menos que 28 núcleos e 56 threads com um clock de 4,3Ghz, esse processador chegou no Brasil por R\$29mil.

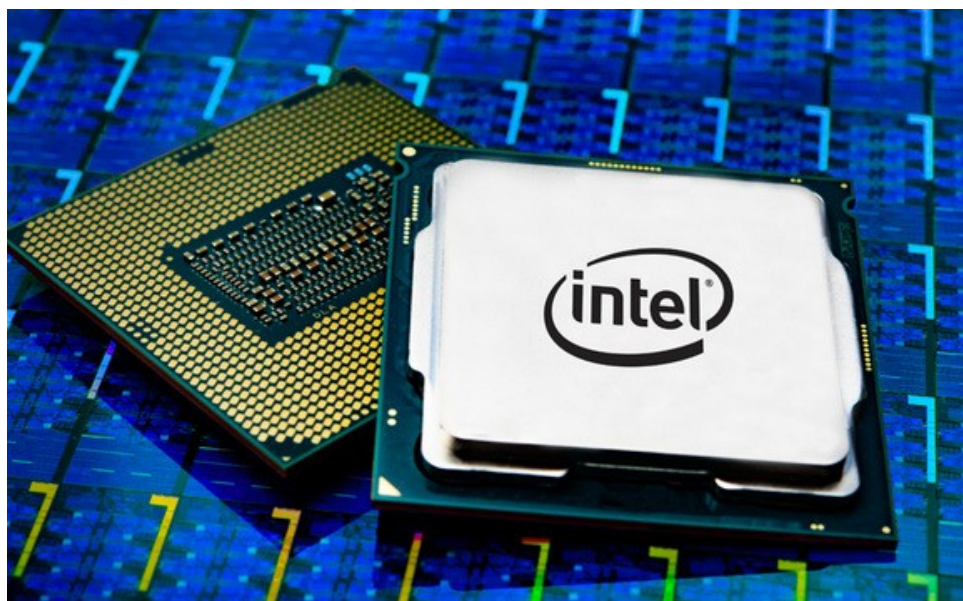


Figura 12 – Intel Xeon W-3175X

4.2. NOVAS GERAÇÕES DA AMD

Além da Intel podemos citar também os processadores da marca AMD com a geração de processadores Ryzen, a marca é muito conhecida por buscar trazer processadores que proporcionem um bom custo benefício se comparado com outros processadores Intel por exemplo, mas sem deixar de lado a qualidade e o bom desempenho de seus produtos.

A AMD anunciou este ano 7 novos processadores de sua linha Ryzen, mas estes com um foco maior para usos profissionais.

O mais simples dos processadores é uma versão para notebooks, o Ryzen 3 Pro 2300U, com 4 núcleos e uma velocidade entre 2,5 e 3,4Ghz.

Para a linha desktop estão relacionados os processadores Ryzen 3 Pro 2200G e 2200GE, além dos Ryzen 5 Pro 2400G e o 2400GE que é o melhor da linha com 4 núcleo e como diferencial seu clock base de 3,6~3,9Ghz.

Como modelo de altíssimo desempenho pode-se citar a linha threadripper da AMD, trata-se de um processador com 32 núcleos de 3Ghz e 3,4Ghz em turbo, além de 64 threads.

5. INDICAÇÃO TOP DE LINHA

Como indicação pode-se dizer que o melhor processador presente no mercado atual é o Intel Xeon W-3175X que como já foi mencionado possui 28 núcleos além de 56 threads com um clock base de 4,3Ghz, apesar do AMD threadripper parecer um pouco mais potente não se pode deixar enganar apenas pelas especificações básicas do processador deve-se levar em consideração diversos aspectos, tais como: clock base, facilidade de resfriamento e desempenho, os processadores AMD são muito conhecidos pela sua dificuldade no resfriamento, por esse e outros aspectos a indicação de melhor processador vai para o Intel Xeon W-3175X.

6. CONCLUSÃO

Os microprocessadores se tornaram algo muito necessário para a vida humana, realizando desde cálculos básicos até executando programas pesados. Além de possuir um árduo e delicado processo de fabricação, os processadores atuais possuem capacidades além da imaginação humana. Constituídos de bilhões de transistores, eles evoluíram até se tornar o que são hoje.

Fica evidente que a discussão entre qual das marcas: AMD ou Intel é melhor é algo inconsistente, já que ambas possuem atributos diferentes, entretanto é possível chegar a uma conclusão baseado no fator climático da cidade com a qual se deseja usá-lo, para os usuários que não desejam investir em um aparelho mais robusto, e vivem em uma cidade que não atinge altas temperaturas, a AMD é a melhor opção, já quem tem condições de investir em uma boa refrigeração, a Intel é a melhor escolha.

É notável que os microprocessadores iram evoluir até chegarem em níveis absurdos, se em 1969, quando o homem pisou pela primeira vez na lua, a capacidade de processamento da espaçonave que os levou até lá era a mesma de uma calculadora científica nos dias de hoje, é de se imaginar que no futuro, os computadores de grandes empresas como a Nasa, um dia caberão dentro de um bolso.

REFERENCIAS

ADAMI, Anna. Processador Mobile. 2013. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/informatica/processador-mobile/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

ALECRIM, Emerson. Ryzen é a nova geração de processadores de alto desempenho da AMD. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/204856/cpu-amd-ryzen/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

ARRUDA, Felipe. A história dos processadores. 2011. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/historia/2157-a-historia-dos-processadores.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

CARVALHO, Lucas. Entenda as diferenças entre processadores AMD e Intel. 2017. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/dicas_e_tutoriais/noticia/entenda-as-diferencas-entre-processadores-amd-e-intel/66371>. Acesso em: 21 nov. 2018.

HIGA, Paulo. Intel anuncia novos processadores para smathphones e tables. 2012. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/121848/intel-atom-bay-trail-lexington/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

JORDÃO, Fábio. Veja como são produzidos os processadores. 2011. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/intel/8103-veja-como-sao-produzidos-os-processadores.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

OLHAR DIGITAL. 2018. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/intel-anuncia-9-geracao-de-processadores-core-e-novo-xeon-com-28-nucleos/79014>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

UEHARA, Milton. *Evolução dos Microprocessadores Utilizados nos Computadores Pessoais*, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Processamento de Dados) – Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2011.