

C++ ao resgate!

Acelerando apps Android com instruções SIMD



Carlos Rafael Gimenes das Neves

Era uma vez...

COMPUTER, MIT PROGRAMMEN FÜR WINDOWS- UND MS-DOS.

Microsoft

Jetzt Microsoft Internet Explorer

Mehr Leistung für Anwendungen und Spiele.
Einfacher Internet-Zugang!

**Internet Explorer Starter Kit
In diesem Paket
ENTHALTEN!**



Microsoft Windows 95
für PCs ohne Windows

Microsoft Windows 95
für PCs ohne Windows



Damit Sie den Computer bekommen, den Sie sich schon immer gewünscht haben, klicken Sie hierauf.

Start Mit dem Betriebssystem Microsoft® Windows® 95, erschließen Sie das gesamte Potential Ihres Computers. Erleben Sie die faszinierenden neuen Möglichkeiten des Internets mit dem im Lieferumfang enthaltenen Microsoft Internet Explorer Starter Kit.

Plug & Play Technologie ermöglicht es Ihnen, neue Hardware zu installieren, ohne das Betriebssystem neu installieren zu müssen.

Postfach Microsoft® Mailbox ermöglicht es Ihnen, Ihre E-Mails zu organisieren und zu verwalten. Sie können auch Ihre E-Mails mit dem Internet Explorer Starter Kit versenden.

msn. Das Microsoft Network ist das größte Netzwerk der Welt. Hier können Sie sich mit Freunden verbinden und neue Freunde finden.

Leistungsmerkmale

- Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.
- Es ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.
- Es ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.

Internet Explorer Starter Kit

- Microsoft Internet Explorer
- Microsoft Mailbox
- Microsoft Mailbox

Sie können den Computer bekommen, den Sie sich schon immer gewünscht haben, klicken Sie hierauf.

Start Mit dem Betriebssystem Microsoft® Windows® 95, erschließen Sie das gesamte Potential Ihres Computers. Erleben Sie die faszinierenden neuen Möglichkeiten des Internets mit dem im Lieferumfang enthaltenen Microsoft Internet Explorer Starter Kit.

Plug & Play Technologie ermöglicht es Ihnen, neue Hardware zu installieren, ohne das Betriebssystem neu installieren zu müssen.

Postfach Microsoft® Mailbox ermöglicht es Ihnen, Ihre E-Mails zu organisieren und zu verwalten. Sie können auch Ihre E-Mails mit dem Internet Explorer Starter Kit versenden.

msn. Das Microsoft Network ist das größte Netzwerk der Welt. Hier können Sie sich mit Freunden verbinden und neue Freunde finden.

Leistungsmerkmale

- Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.
- Es ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.
- Es ist ein Betriebssystem, das auf dem MS-DOS basiert.

Internet Explorer Starter Kit

- Microsoft Internet Explorer
- Microsoft Mailbox
- Microsoft Mailbox

Microsoft Windows 95
für PCs ohne Windows

Era uma vez...



Rückerstattung des Kaufpreises zurück.

Systemanforderungen für Microsoft Windows 95 :

- PC mit 386DX- oder höherem Prozessor
- Mindestens 4 MB Arbeitsspeicher (8 MB oder mehr empfohlen)
- 55 MB freier Festplattenspeicher (tatsächlicher Speicherbedarf hängt von den installierten Komponenten ab)
- 8,89-cm-HD-Diskettenlaufwerk (entspricht 3,5")
- VGA- oder höher auflösende Grafikkarte
- Microsoft Mouse oder kompatibles Zeigegerät

Optional:

- Modem/Faxmodem
- Audiokarte und Kopfhörer bzw. Lautsprecher

Hinweis:

- Systemanforderungen für Windows 95-basierte Programme können die für Windows 95 genannten Systemanforderungen überschreiten.
- Um präemptives Multitasking voll ausnutzen zu können, benötigen Sie ausschließlich auf Windows basierende 32-Bit-Programme, z. B. Produkte mit dem Logo „Entwickelt für Windows 95“.

Sie haben schon immer gewünscht haben, ein System Microsoft Windows 95, das gesamte Potential Ihres PCs in neuen Möglichkeiten des Internets Microsoft Internet Explorer Starter



Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.



Sie haben schon immer gewünscht haben, ein System Microsoft Windows 95, das gesamte Potential Ihres PCs in neuen Möglichkeiten des Internets Microsoft Internet Explorer Starter

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

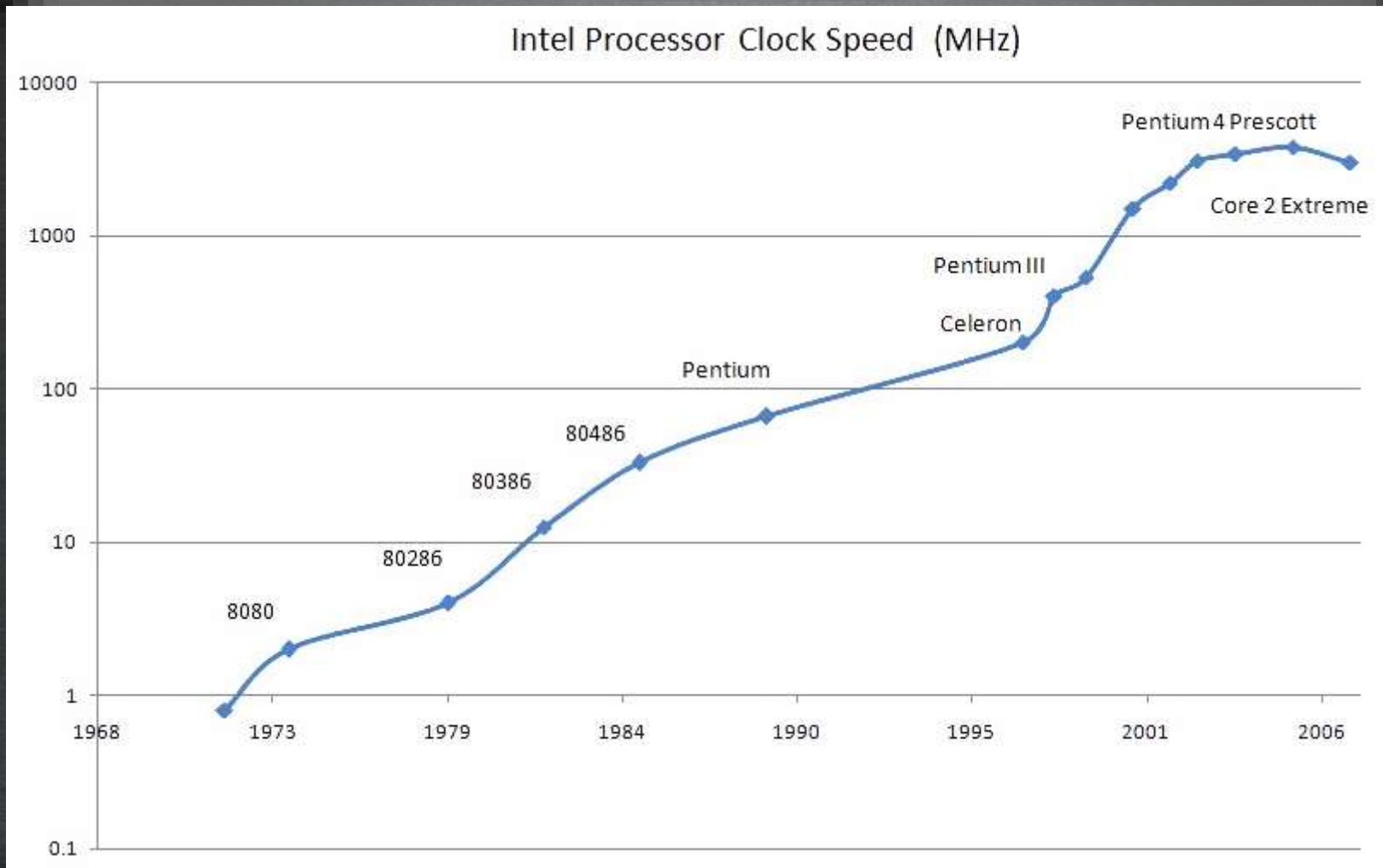
Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.

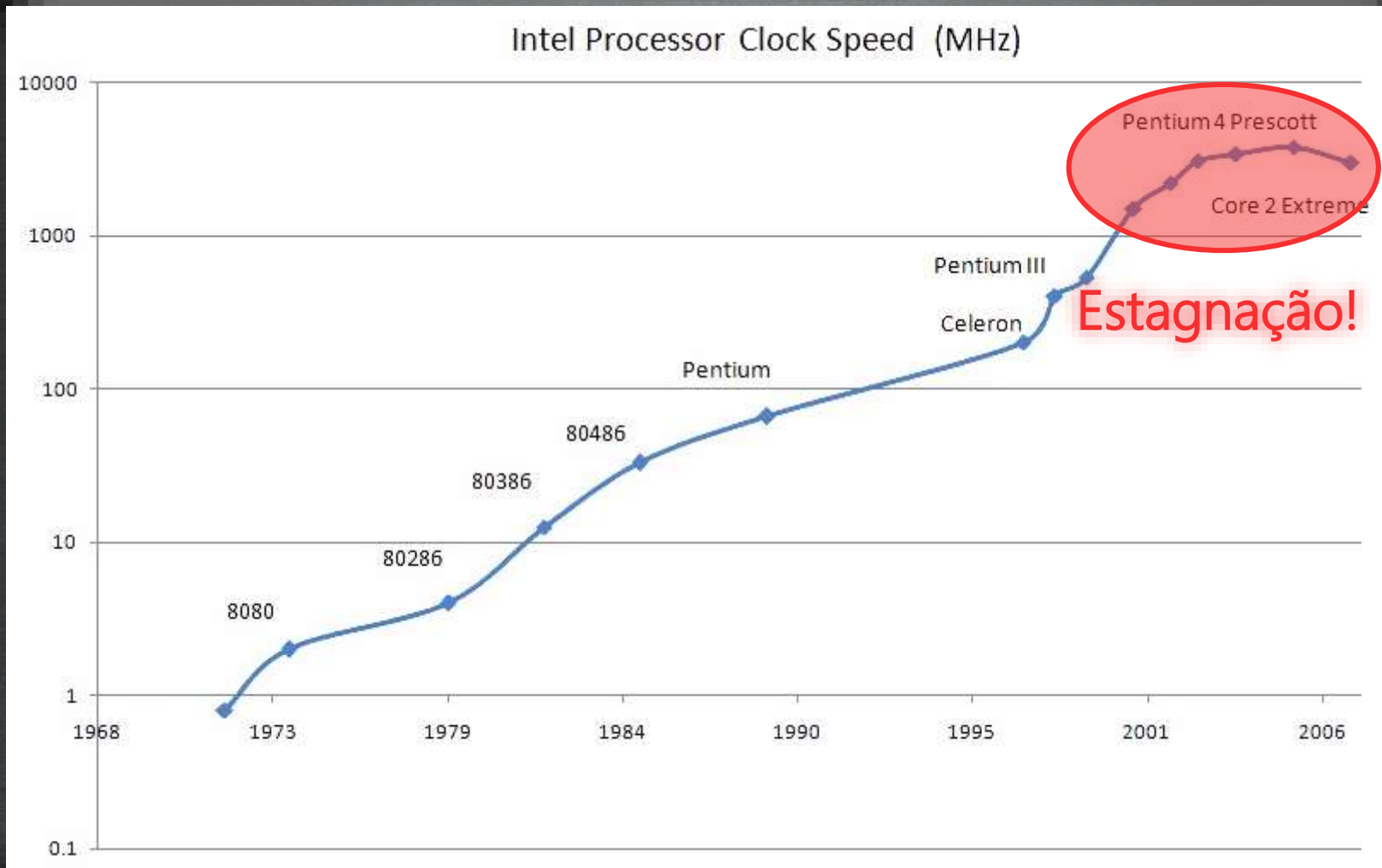
Microsoft Windows 95 ist ein Betriebssystem für PCs, das die Leistungsfähigkeit von Windows 3.11 übertrifft. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen, die die Arbeit am PC erleichtern und die Leistungsfähigkeit steigern.



De lá para cá...



De lá para cá...



Como amenizar o cenário?



Uma solução!



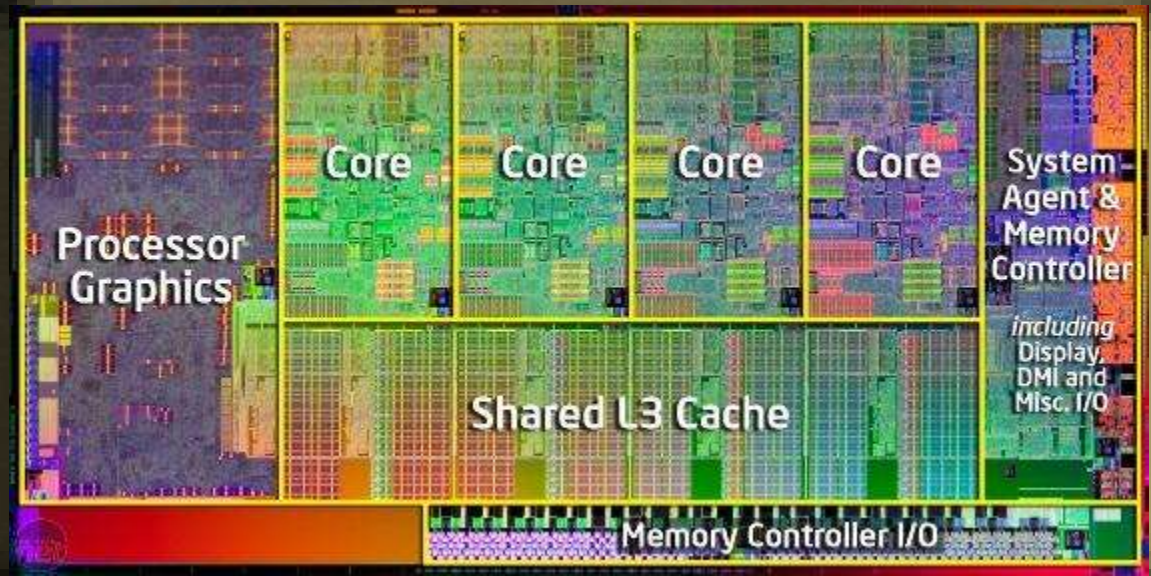
"Many hands make light work"

John Heywood

Uma solução!



Intel Core i7 que
está no meu PC :)



O preço da solução



Antes, os ganhos
de desempenho
eram gratuitos,
mas ficaram
***caros*!**

Não só de multicore vive o mundo!

Existe algo entre
o tradicional e o
multicore...

Não só de multicore vive o mundo!

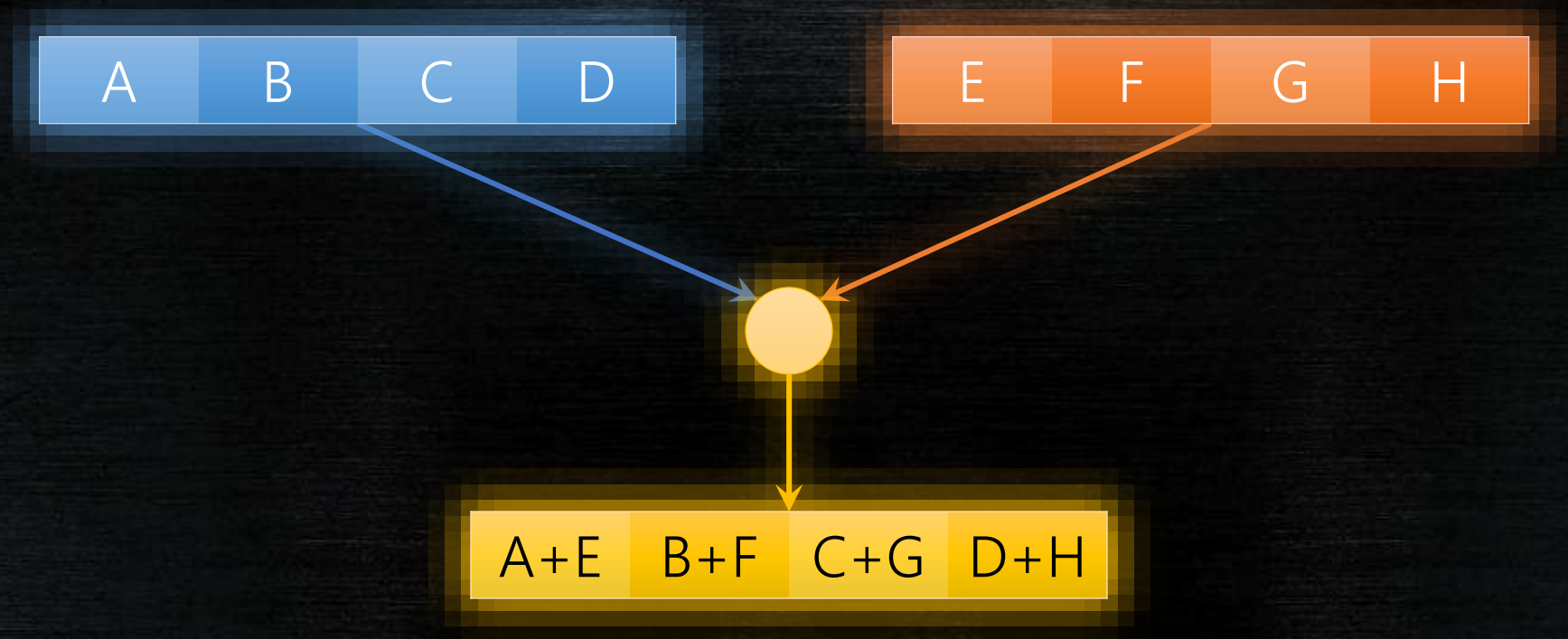
Existe algo entre
o tradicional e o
multicore...

SIMD!

Single Instruction Multiple Data



SIMD = Cálculo com vetores



Um pequeno exemplo fictício...

```
void dobro (int a[]) {  
    a[0] = a[0] * 2;  
    a[1] = a[1] * 2;  
    a[2] = a[2] * 2;  
    a[3] = a[3] * 2;  
}
```

Sem SIMD

```
void dobro (int a[]) {  
    a = a * 2;  
}
```

Com SIMD

Por que C / C++?!?!

C / C++

Java



Por que C / C++?!?!

C / C++

Java

Ponteiros

Acesso direto à memória

Acesso direto ao processador

Algumas tecnologias de mercado

Intel MMX

Intel SSE (2, 3, 4)

AMD 3DNow!

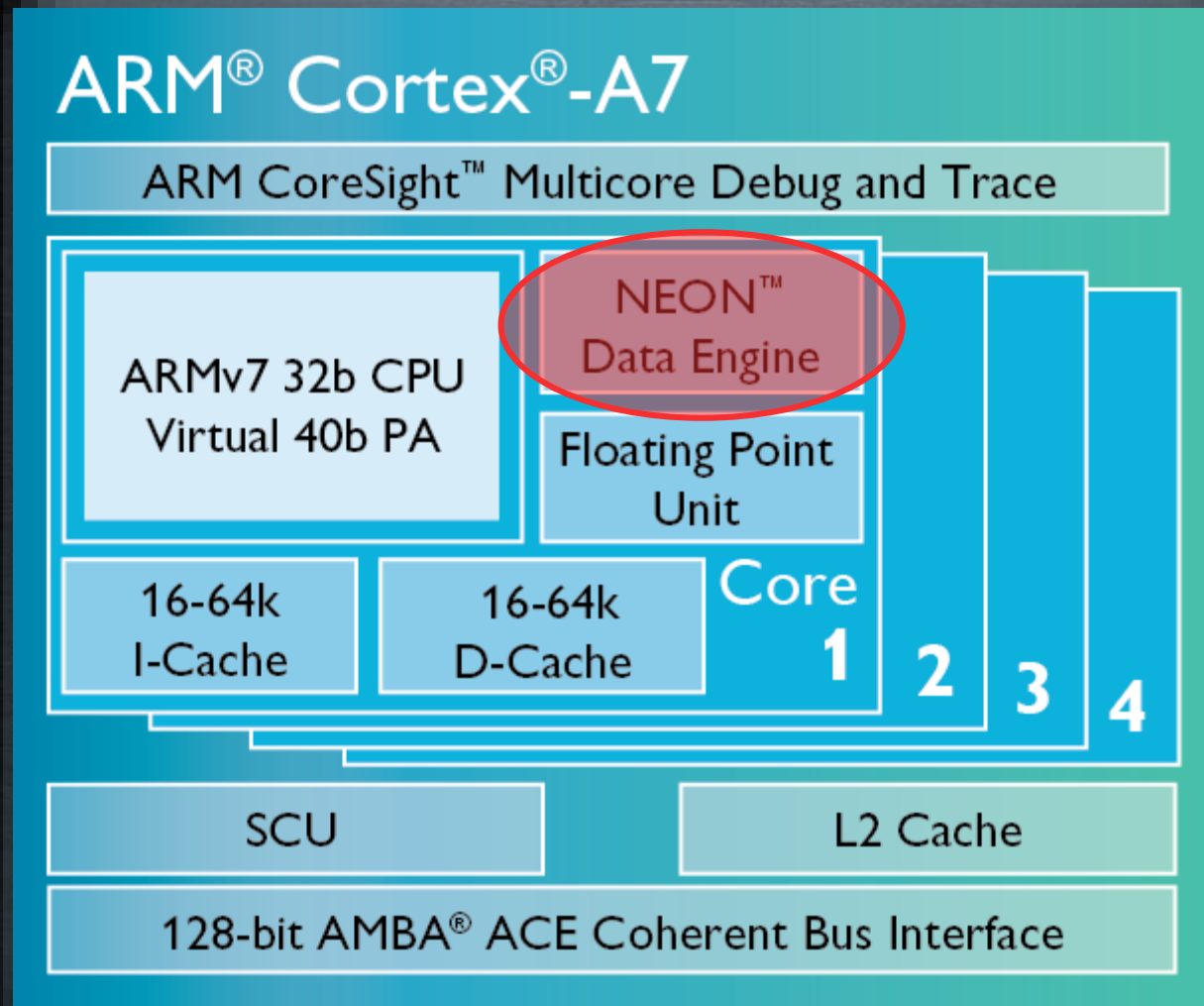
ARM NEON

Veremos hoje!

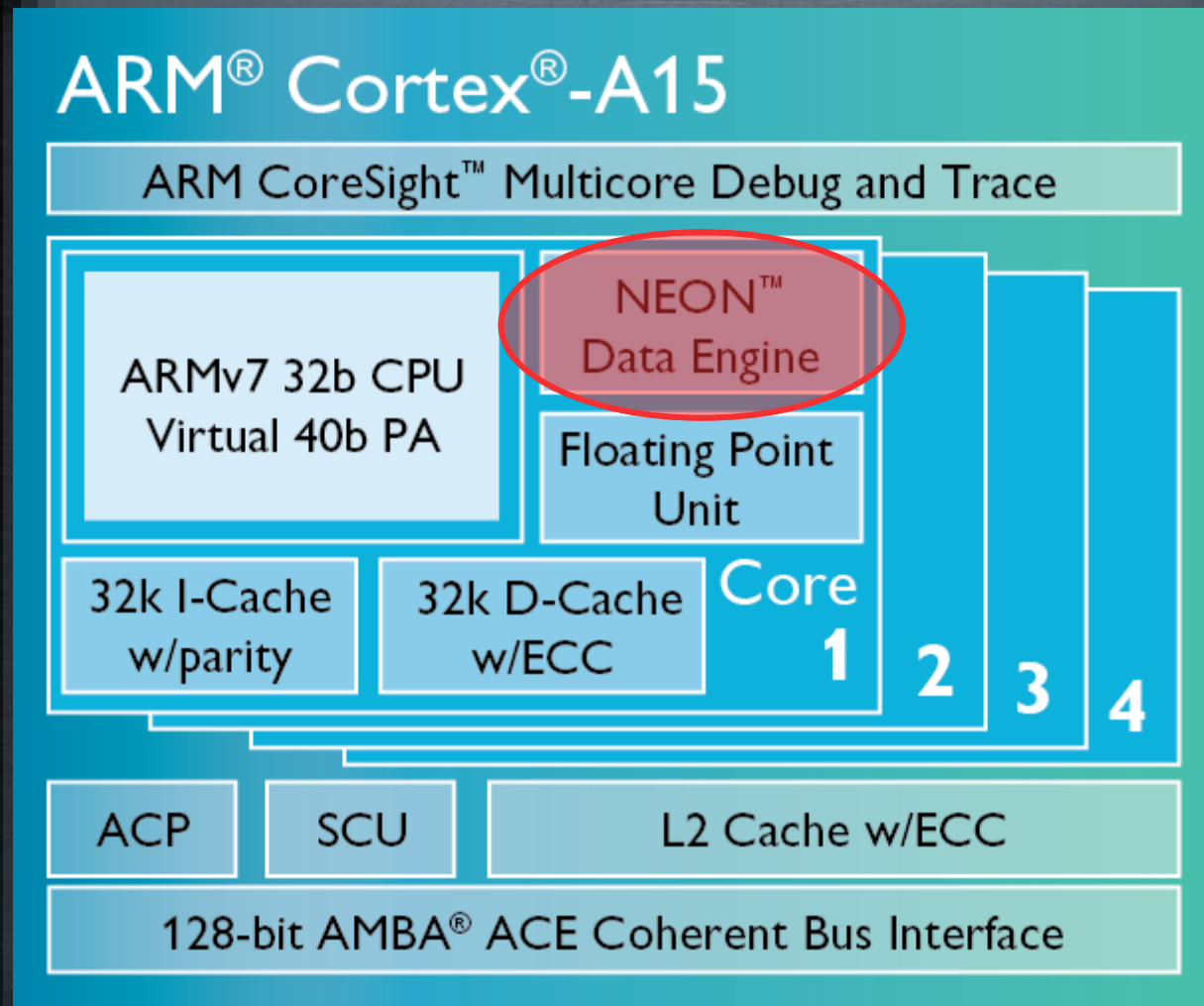
O que é ARM NEON?

Extensão SIMD introduzida pela arquitetura ARMv7, como uma extensão opcional aos perfis ARMv7-A e ARMv7-R. Atualmente, é implementado em toda a série de processadores ARM Cortex-A.

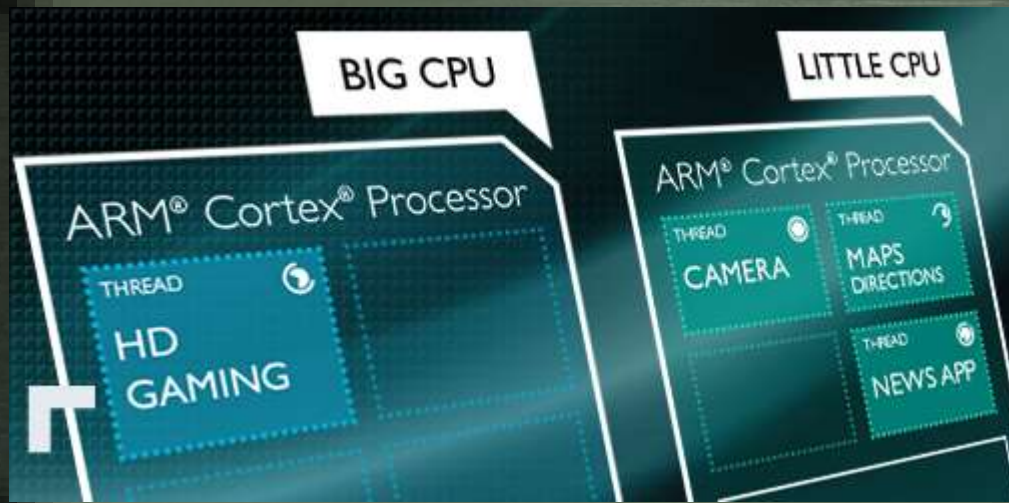
Exemplo: ARM Cortex-A7



Exemplo: ARM Cortex-A15



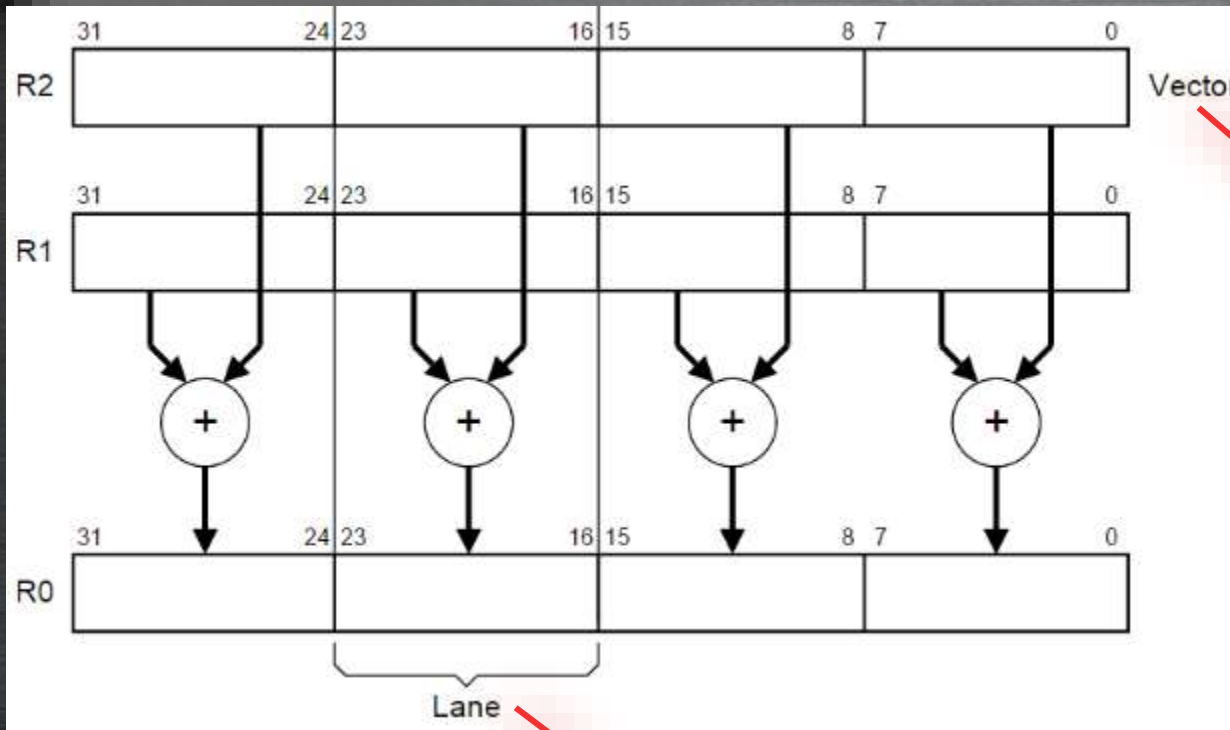
Misturando: ARM big.LITTLE



Automaticamente
redireciona o
processamento
para a CPU
adequada, com
base na necessidade
de processamento



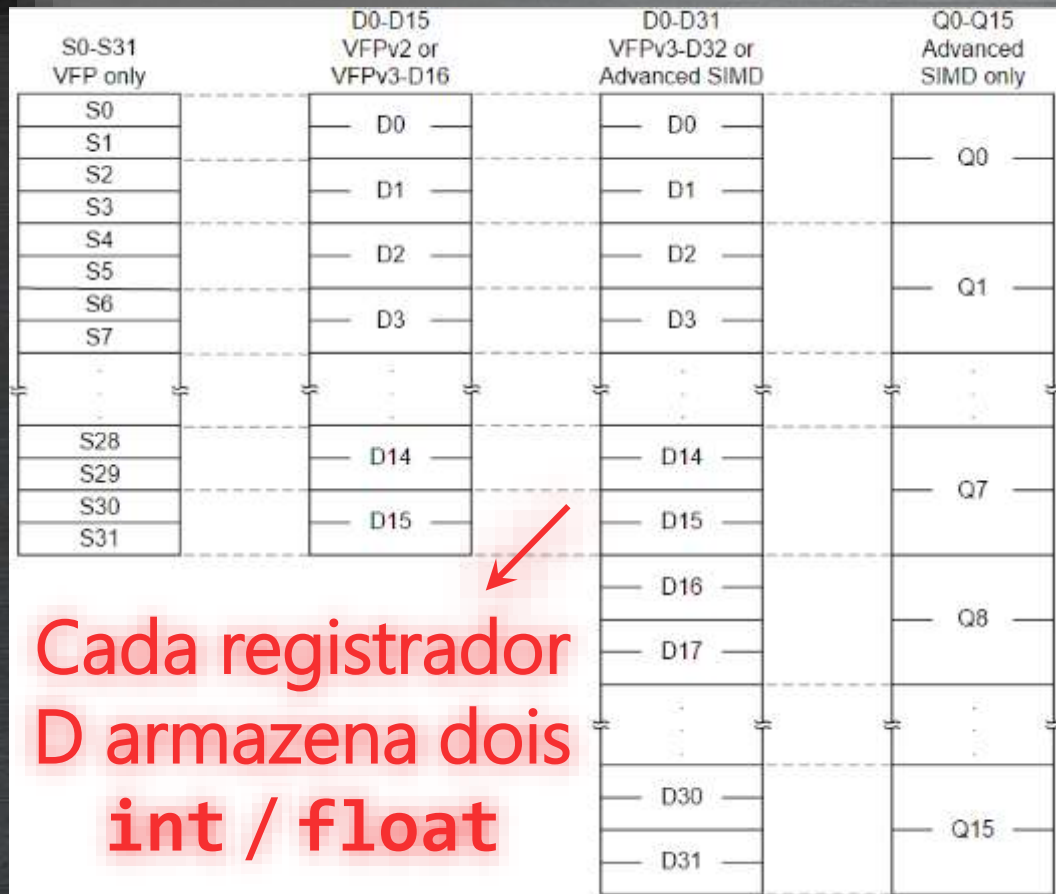
Nomenclatura do NEON



Cada registrador armazena um vetor

Os elementos do vetor são chamados de "lanes" ("pistas" :P)

Registradores NEON



16 registradores de 128 bits (Q0 – Q15)

32 registradores de 64 bits (D0 – D31)

D0 e D1 compõe Q0

D2 e D3 compõe Q1

...

Utilizando NEON

```
void dobro (float* v, int tamanho) {  
    float32x4_t f;  
  
    for (int i = 0; i < tamanho; i += 4) {  
        f = vld1q_f32(v + i);  
        f = vaddq_f32(f, f);  
        vst1q_f32(v + i, f);  
    }  
}
```

Direto em C/C++
através de **intrinsics**

Funções intrínsecas
parecem funções
comuns, mas são
substituídas
diretamente por
instruções
Assembly pelo
compilador!



Fonte:

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.dui0491c/BABFBJAA.html>

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.dui0491c/BABDFJCI.html>

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.dui0491c/BEHHCHAE.html>

Utilizando NEON

```
void dobro (float* v, int tamanho) {  
    for (int i = 0; i < tamanho; i += 4) {  
        asm volatile (  
            "vld1q.32 {d0, d1} [%[v]] \n"  
            "vaddq.f32 q0, q0, q0 \n"  
            "vst1q.32 {d0, d1} [%[v]]! \n"  
            : [v] "+r" (v)  
            :  
            : "q0");  
        }  
    }
```

Mais avançado

Controle direto
dos registradores
e das instruções

Diversão
garantida!!! :D

Inline Assembly!

Fonte:

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.duit0489c/CIHCADCI.html>

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.duit0489c/CIHJCAAG.html>

Utilizando NEON

A maioria das instruções Assembly do NEON utilizam três operandos, que podem ser vistos da seguinte forma:

`vaddq.f32 q0, q1, q2`



$$q0 = q1 + q2$$

Utilizando NEON

O NDK do Android utiliza o GCC para compilar código nativo

Os links abaixo servem de referência sobre como o GCC trabalha com Inline Assembly dentro do C/C++

<https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Extended-Asm.html>

<http://www.ethernut.de/en/documents/arm-inline-asm.html>

Algumas operações do NEON

```
int32x4_t i;  
float32x4_t f;  
  
i = vcvttq_s32_f32(f);
```

Converte 4 float's
em 4 int's

```
int32x4_t i;  
float32x4_t f;  
  
f = vcvttq_f32_s32(i);
```

Converte 4 int's
em 4 float's

Idem a um typecast comum:

```
f = (float)i;
```

Algumas operações do NEON

```
float32x4_t r, a, b, c;  
r = vmlaq_f32(a, b, c);
```

$$r = a + (b * c)$$

No dia-a-dia, costuma-se utilizar:

```
a = vmlaq_f32(a, b, c);
```


Algumas operações do NEON

```
float32x4_t a, b, c;  
a = vmaxq_f32(b, c);
```

```
if (b > c) {  
    a = b;  
} else {  
    a = c;  
}
```

No dia-a-dia de C/C++/Java/JavaScript, costuma-se utilizar a forma ternária em vez do **if**:

```
a = ((b > c) ? b : c);
```

Algumas operações do NEON

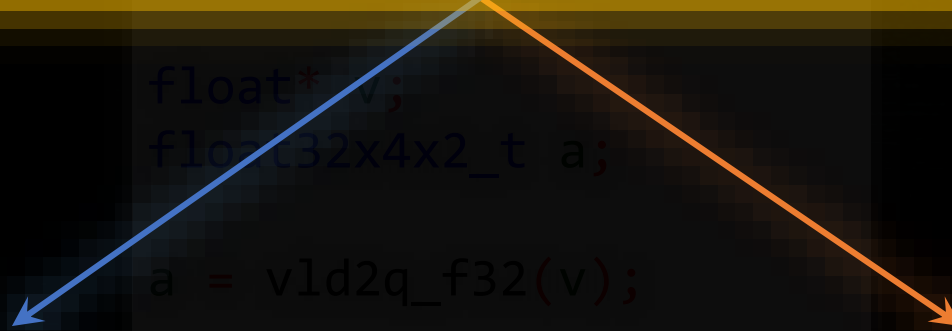
```
float* v;  
float32x4x2_t a;  
  
a = vld2q_f32(v);
```


Algumas operações do NEON

V



```
float* v;  
float32x4x2_t a;  
a = vld2q_f32(v);
```



a.val[0]



a.val[1]



Algumas operações do NEON

V

A B C D E F G H

Excelente para
áudio, vídeo, ou
qualquer dado
entrelaçado

a.val[0]

a.val[1]

A

C

E

G

B

D

F

H

Cuidados com NEON - Alinhamento

Para que o processador possa trabalhar com mais rapidez, devemos tomar cuidado com **onde** os vetores estão alocados na memória

É o endereço do vetor na RAM!!!

Cuidados com NEON - Alinhamento

Para variáveis globais (vetores estáticos),
utilizar o alinhamento do GCC

Em vez de:
`float v[256];`

Aloca o vetor em
um endereço
múltiplo de 16

Utilizar:

`float v[256] __attribute__((aligned(16)));`

Cuidados com NEON - Alinhamento

Para vetores estáticos criados
dinamicamente

Em vez de:
`new, malloc ...`

Utilizar:
`aligned_alloc, memalign ...`

NEON e Condicionais



Não é possível
utilizar condicionais
com instruções
SIMD do mesmo
modo com que
utiliza condicionais
com instruções
comuns

NEON e Condicionais



Não é possível
utilizar condicionais
com instruções
SIMD do mesmo
modo com que
utiliza condicionais
com instruções
comuns

**Uma instrução
não pode tomar
dois rumos
distintos ao
mesmo tempo!**

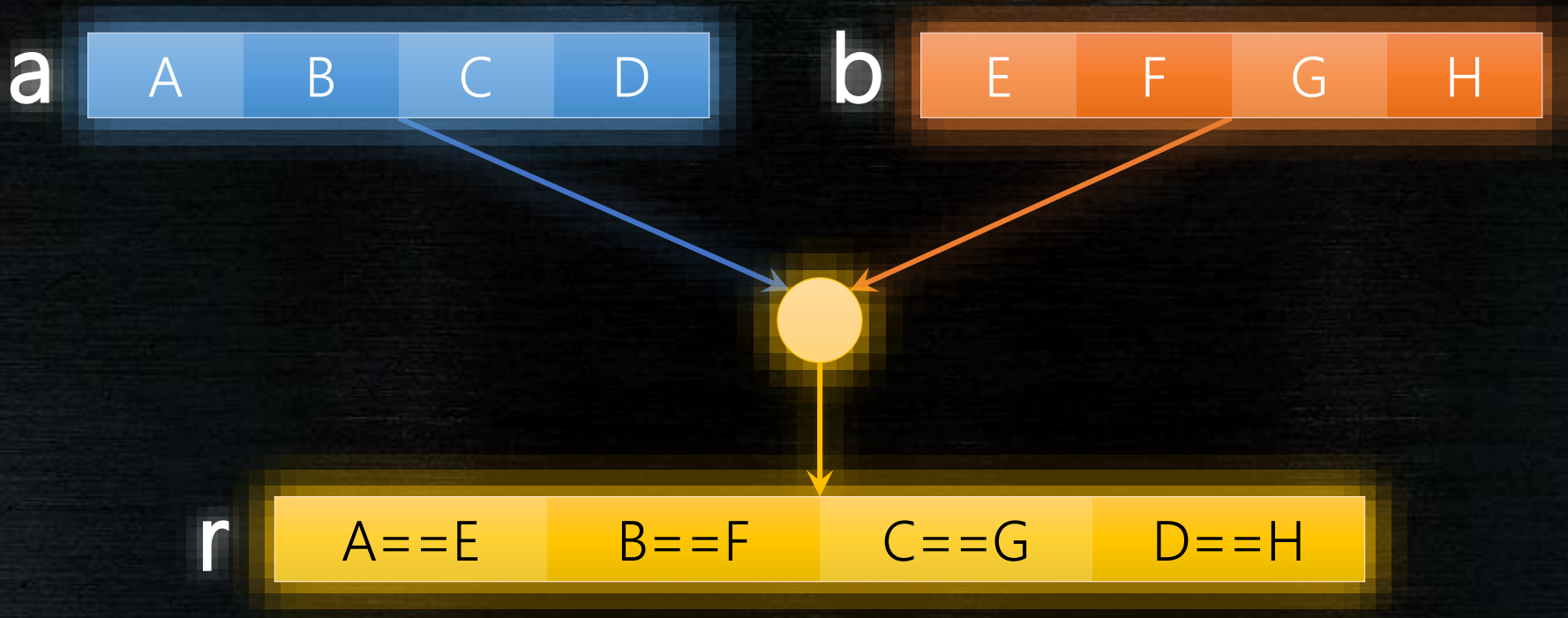
NEON e Condicionais

Então, para que
servem instruções
de comparação,
como `vceqq_f32`?



NEON e Condicionais

```
uint32x4_t r;  
float32x4_t a, b;  
  
r = vceqq_f32(a, b);
```



NEON e Comparação

```
uint32x4_t  
float32x4_t a, b;  
  
r = vceqf32(a, b);
```

a



Se $A == E$, a lane 0 de r
valerá 11111...1111

Caso contrário, a lane 0
de r valerá 0000...00

Idem para as outras
lanes

r



NEON e Condicionais

Depois de feita a comparação, normalmente usa-se esse vetor r para "limpar" valores de outros vetores através de funções como `vandq_u32`

*Lembrando da tabela verdade do E ;)

NEON e Condicionais

normalmente usa-se esse vetor r para
"limpar" valores de outros vetores
através de funções como vandq_u32

Em breve veremos um exemplo ao vivo! :D

***Lembrando da tabela verdade do E ;)**

Como o FPlay faz comparações

```
float m = ...  
  
const float old = fft[i];  
  
if (m < old)  
    m = (coefNew * m) + (coefOld * old);  
  
fft[i] = m;
```

Versão em C++

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old  
  
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m  
  
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp  
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

Os nomes dos registradores
foram trocados por nomes
mais significativos

```
vmulq.f32 m, m, resCmp  
vmla.f32 old, coern, m  
  
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp
```

Os valores utilizados a seguir
são exemplos fictícios!

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

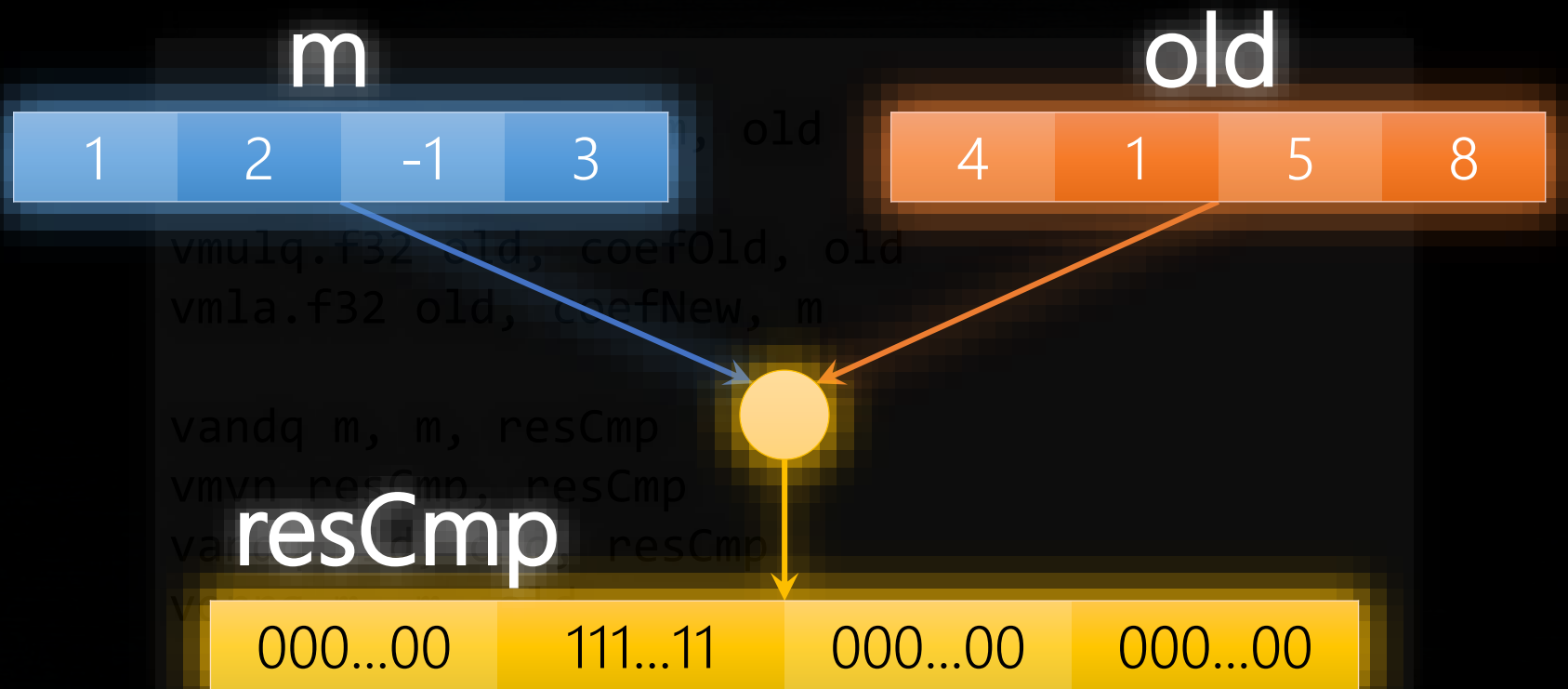
```
vcgeq.f32 resCmp, m, old
```

```
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m
```

```
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp  
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old
```

```
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m
```

```
vandq m, m, resCmp
```

```
vmvn resCmp, resCmp
```

```
vandq old, old, resCmp
```

```
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old
```

```
vmulq.f32 old, coefOld, old
```

```
vmla.f32 old, coefNew, m
```

$$\text{old} = (\text{coefNew} * m) + (\text{coefOld} * \text{old})$$

```
vandq m, m, resCmp
```

```
vmvn resCmp, resCmp
```

```
vandq old, old, resCmp
```

```
vorrq m, m, old
```

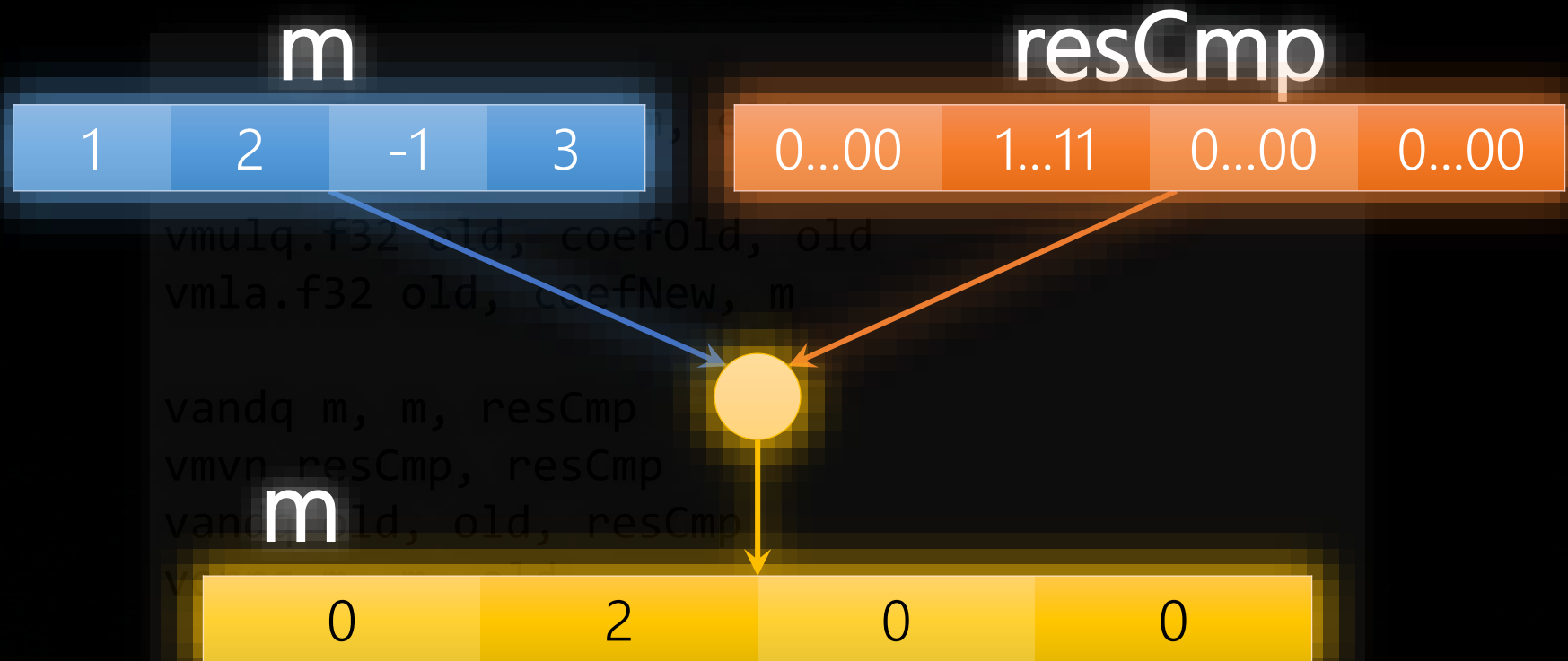
Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old  
  
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m  
  
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp  
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



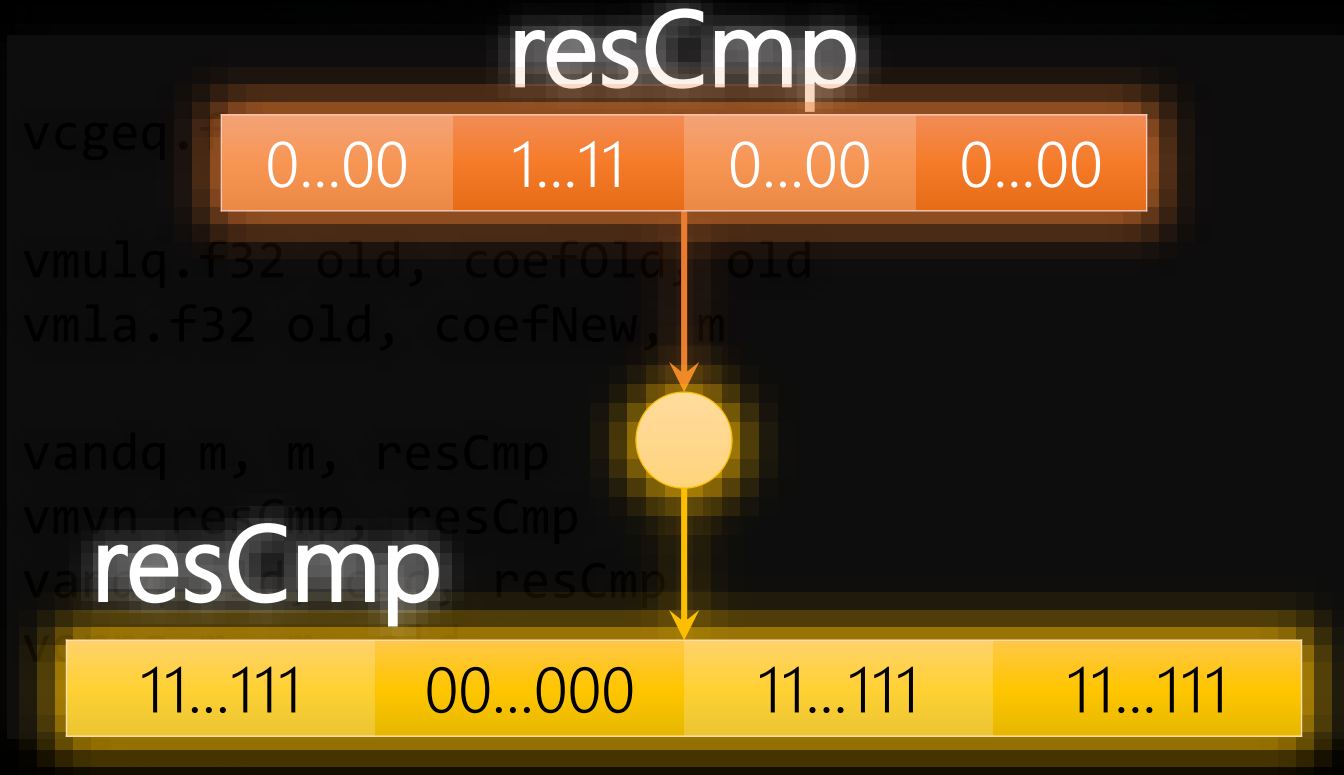
Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old  
  
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m  
  
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp  
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



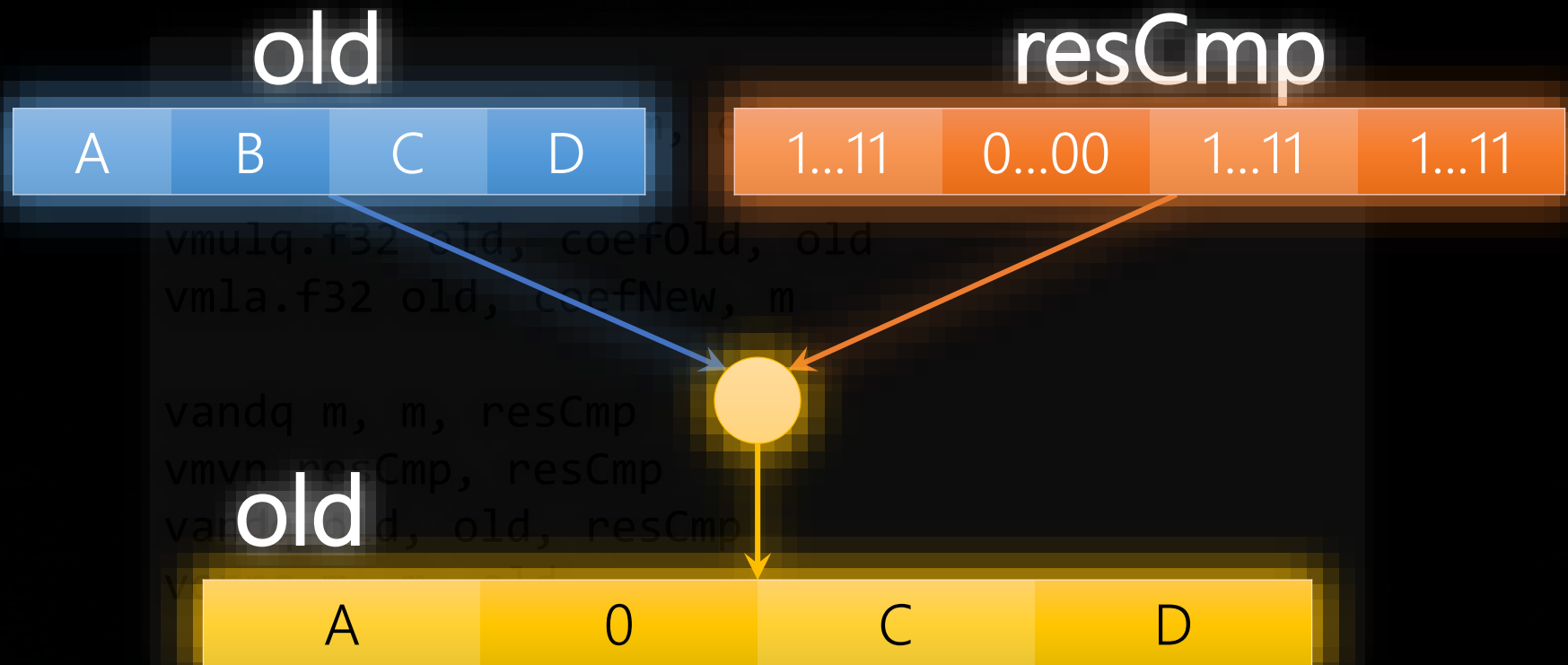
Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old  
  
vmulq.f32 old, coefOld, old  
vmla.f32 old, coefNew, m  
  
vandq m, m, resCmp  
vmvn resCmp, resCmp  
vandq old, old, resCmp  
vorrq m, m, old
```

Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações

```
vcgeq.f32 resCmp, m, old
```

```
vmulq.f32 old, coefOld, old
```

```
vmla.f32 old, coefNew, m
```

```
vandq m, m, resCmp
```

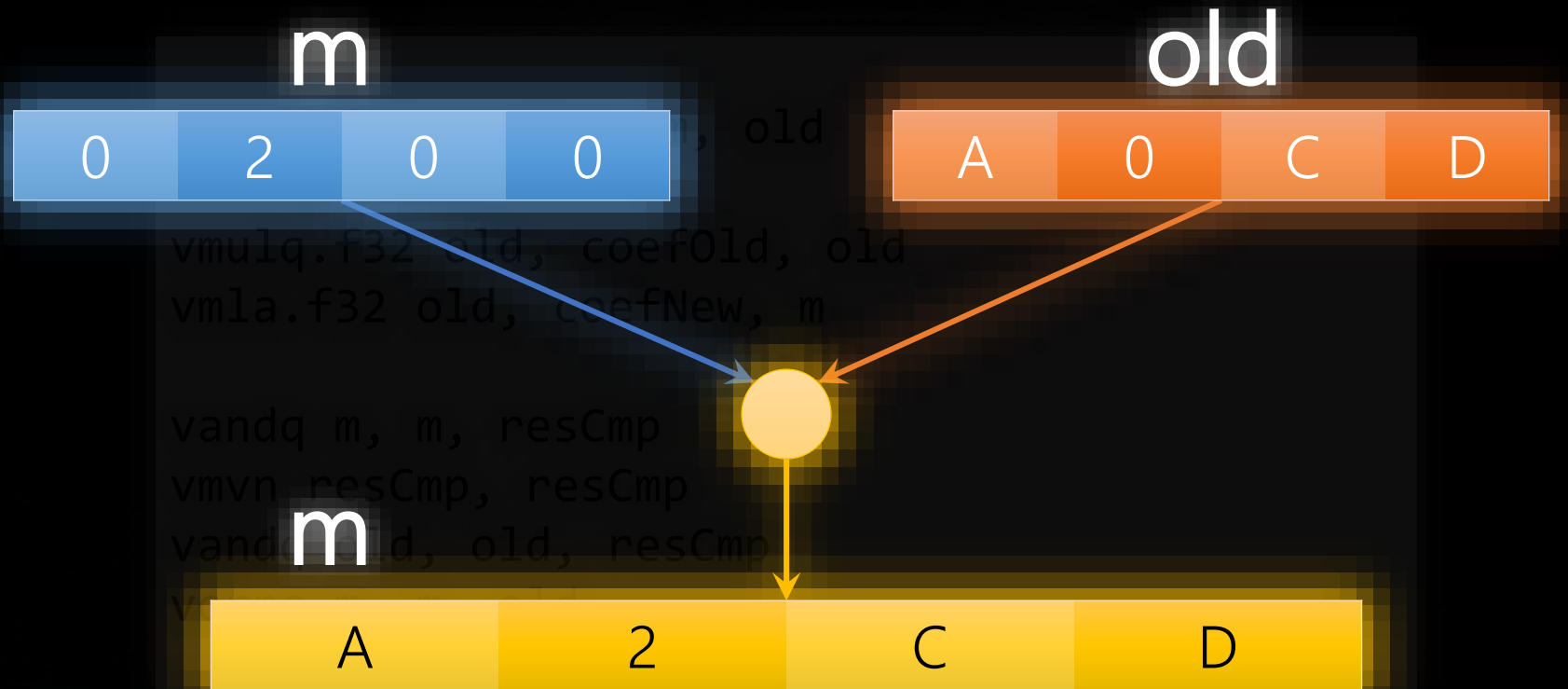
```
vmvn resCmp, resCmp
```

```
vandq old, old, resCmp
```

```
vorrq m, m, old
```

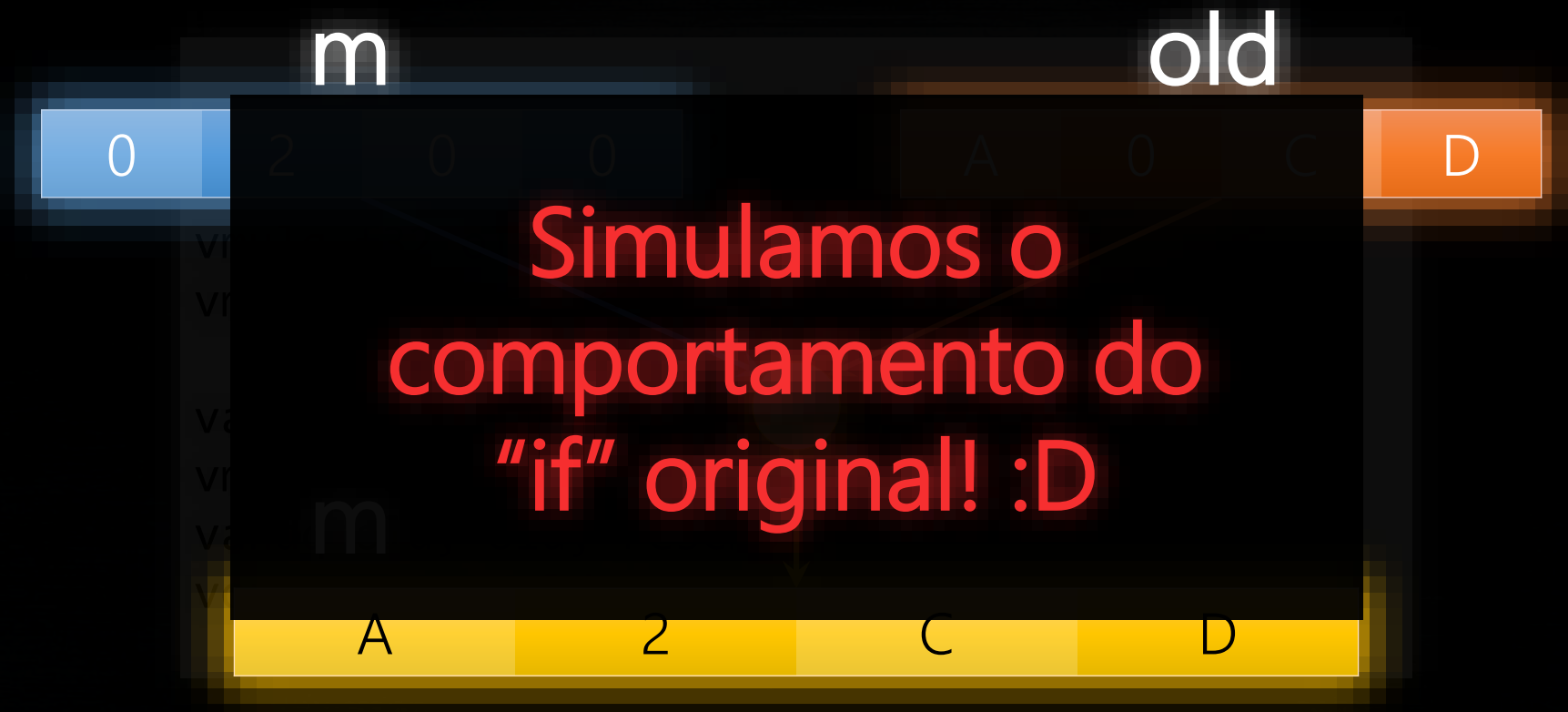
Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



Versão com NEON (traduzida)

Como o FPlay faz comparações



Versão com NEON (traduzida)

Principais pontos NEON + NDK

```
...  
APP_ABI := armeabi armeabi-v7a x86  
...
```

Application.mk

Principais pontos NEON + NDK

```
...  
  
ifeq ($(TARGET_ARCH_ABI),armeabi-v7a)  
    LOCAL_SRC_FILES += MeuArquivo.cpp.neon  
    LOCAL_ARM_NEON := true  
endif  
  
...
```

Android.mk

Principais pontos NEON + NDK

```
#include <jni.h>
#ifdef __ARM_NEON__
```

```
#include <errno.h>
#include <fcntl.h>
```

Para utilizar a mesma
técnica que eu utilizei para
detectar o NEON

```
#include <arm_neon.h>
#endif
```

Para usar as funções
intrínsecas do NEON

```
...
```

MeuArquivo.cpp

Principais pontos NEON + NDK

```
#include <jni.h>
#ifdef __ARM_NEON__
```

```
#include <cpu-features.h>
```

Para utilizar uma técnica mais simplificada para detectar o NEON

```
#include <arm_neon.h>
#endif
```

Para usar as funções intrínsecas do NEON

```
...
```

MeuArquivo.cpp

Informações úteis

Links exibidos nos rodapés dos slides ;)

http://www.mikusite.de/pages/vfp_neon.htm
(Coleção de bons links!)

<http://carlosrafaelgn.com.br>
(onde está a apresentação)

Exemplo hello-neon do NDK do Android:
...ndk\samples\hello-neon

A detailed still life photograph of various fruits and vegetables arranged on wooden shelves. The top shelf features a basket of green cucumbers, a bowl of purple eggplants, and a basket of red cherry tomatoes. The middle shelf has a basket of ripe peaches, a basket of red cherry tomatoes with green leaves, and a wooden crate filled with golden-brown bread. The bottom shelf shows more red cherry tomatoes and a basket of green zucchini. The scene is lit with warm, golden light, creating a cozy and inviting atmosphere.

Fico por aqui...

Muito obrigado!