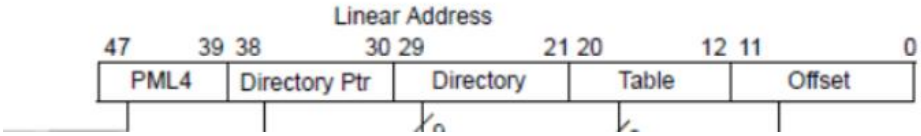
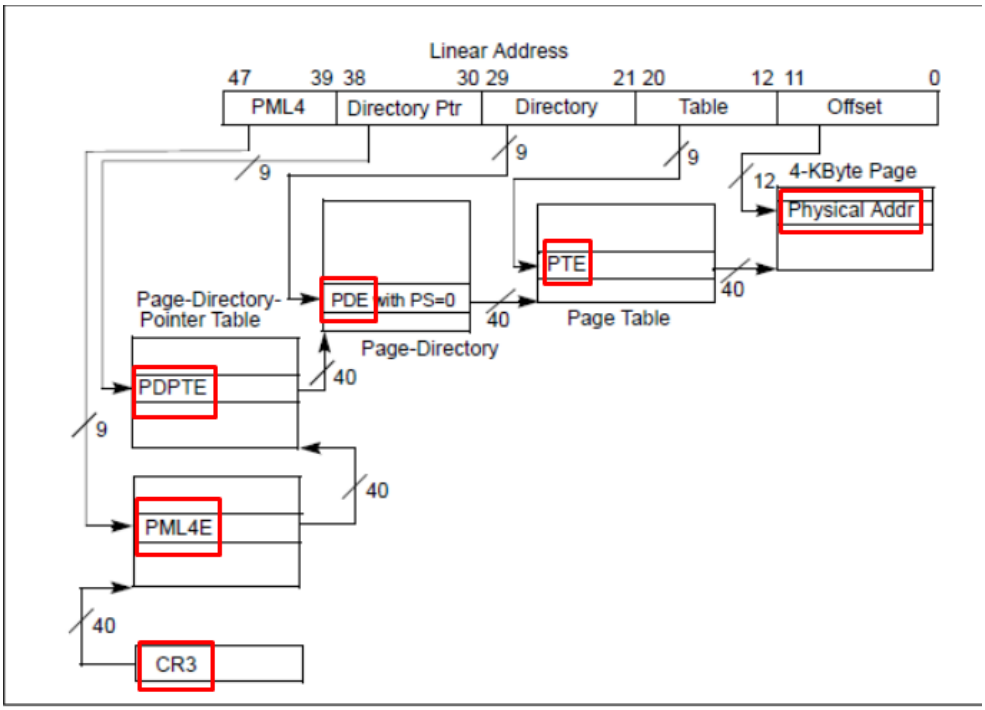
Convertir dirección virtual a física a mano en 64 bits.

La idea es a partir de una dirección virtual, hallar la dirección física correspondiente manualmente.
Esto lo tuve que hacer porque a veces el windbg falla al usar los comandos **!PTE** o **!VTOP** que son los que se necesitan para hallar la dirección física y hay que hacerlo a mano.

Como vemos una dirección en 64 bits si la pasamos a binario, se puede subdividir en grupos de bits de la siguiente forma.



Correspondiendo a offset de las tablas.



Spliteamos la dirección virtual, pasamos la dirección a binario.

Así que necesitamos splitear los bits de 0 a 11, luego de 12 a 20, luego de 21 a 29, luego de 30 a 38 y de 39 a 47.

Corresponderán a los siguientes offset.

PML4 entre **47 y 39**
PDPTE entre **38 y 30**
PDE entre **29 y 21**
PTE entre **20 y 12**
OFFSET entre **11 y 0**

Podemos splitear en python solo que hay que poner los índices negativos para que cuente desde el último bit, y sumarle (-1) al primero

bin(a)[-48:-39]

bin(a)[-39:-30]

bin(a)[-30:-21]

bin(a)[-21:-12]

bin(a)[-12:]

```
>>> bin(a)[-39:-30]
'111111011'
>>> int(bin(a)[-39:-30],2)
507
```

Si a cada comando le aplicamos **int(x, 2)** nos da el valor decimal directamente de cada offset.

Así que los valores decimales se hallan con.

int(bin(a)[-48:-39],2)

int(bin(a)[-39:-30],2)

int(bin(a)[-30:-21],2)

int(bin(a)[-21:-12],2)

int(bin(a)[-12:],2)

Uso este script de python 3

https://drive.google.com/file/d/1daWTPrwUedneD7768becg8kBhFrj0k0K/view?usp=drivesdk

Por ejemplo tratare de pasar manualmente este dirección virtual **0xffffce0329620080**

PML4=0x19c
PDPTE=0xc
PDE=0x14b
PTE=0x20
OFFSET=0x80

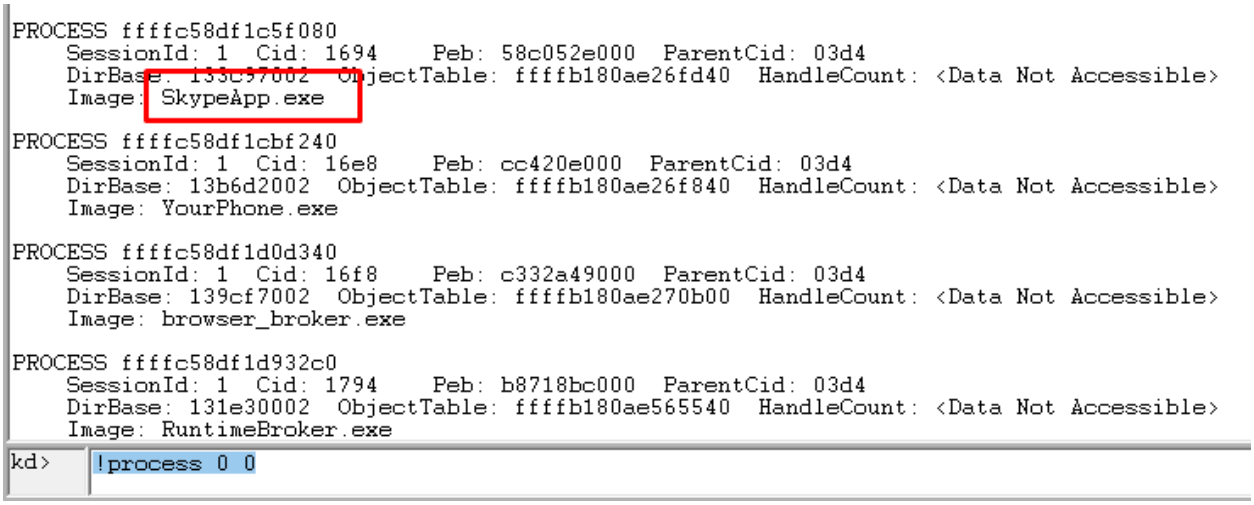
Haré un ejemplo para llevarlo a la práctica, por supuesto hay que estar debuggeando kernel, suponemos que tienen configurado el entorno para hacerlo, de esta forma podremos leer los valores necesarios y switchear al contexto del proceso al cual pertenece esa dirección virtual, no explicaremos en detalle eso solo pondremos los comandos.

Listamos los procesos

!process 0 0

.reload /f

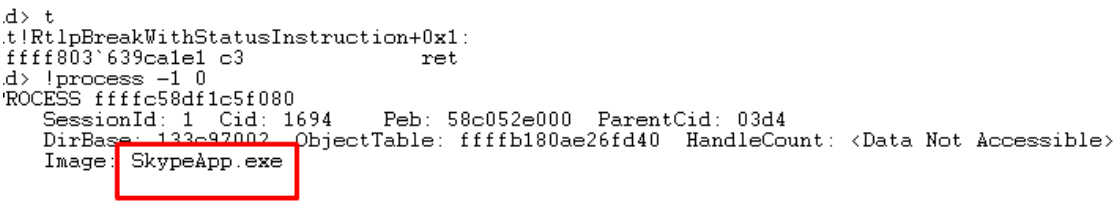
Switchearemos al proceso al cual pertenece la dirección virtual a la cual queremos averiguar su dirección física correspondiente, puedo elegir cualquier proceso de la lista, para el ejemplo elijo SKYPE, pueden elegir cualquiera el método es similar.



Switcheo al contexto de ese proceso.

.process /i ffffc58df1c5f080

Cuando para, apreto G y ya estare en el contexto verifiquemos.



Podemos hacerlo con cualquier dirección válida del proceso, trataremos de buscar la dirección física de la dirección del EPROCESS (podría ser cualquier otra dirección válida)

kd> !process -1 0
PROCESS **ffffc58df1c5f080**
SessionId: 1 Cid: 1694 Peb: 58c052e000 ParentCid: 03d4
DirBase: 133c97002 ObjectTable: ffffb180ae26fd40 HandleCount: <Data Not Accessible>
Image: SkypeApp.exe

Trataremos de pasar esa dirección virtual **ffffc58df1c5f080** a física, veamos su contenido

```
kd> dd  ffffc58df1c5f080
ffffc58d`f1c5f080  00b80003 00000000 f1717d30 ffffc58d
ffffc58d`f1c5f090  f1717d30 ffffc58d f1c5f098 ffffc58d
ffffc58d`f1c5f0a0  f1c5f098 ffffc58d 33c97002 00000001
ffffc58d`f1c5f0b0  f1bf2378 ffffc58d f2019338 ffffc58d
ffffc58d`f1c5f0c0  00000000 00000000 00000000 00000000
ffffc58d`f1c5f0d0  00140001 00000000 00000001 00000000
ffffc58d`f1c5f0e0  00000000 00000000 00000000 00000000
ffffc58d`f1c5f0f0  00000000 00000000 00000000 00000000
```

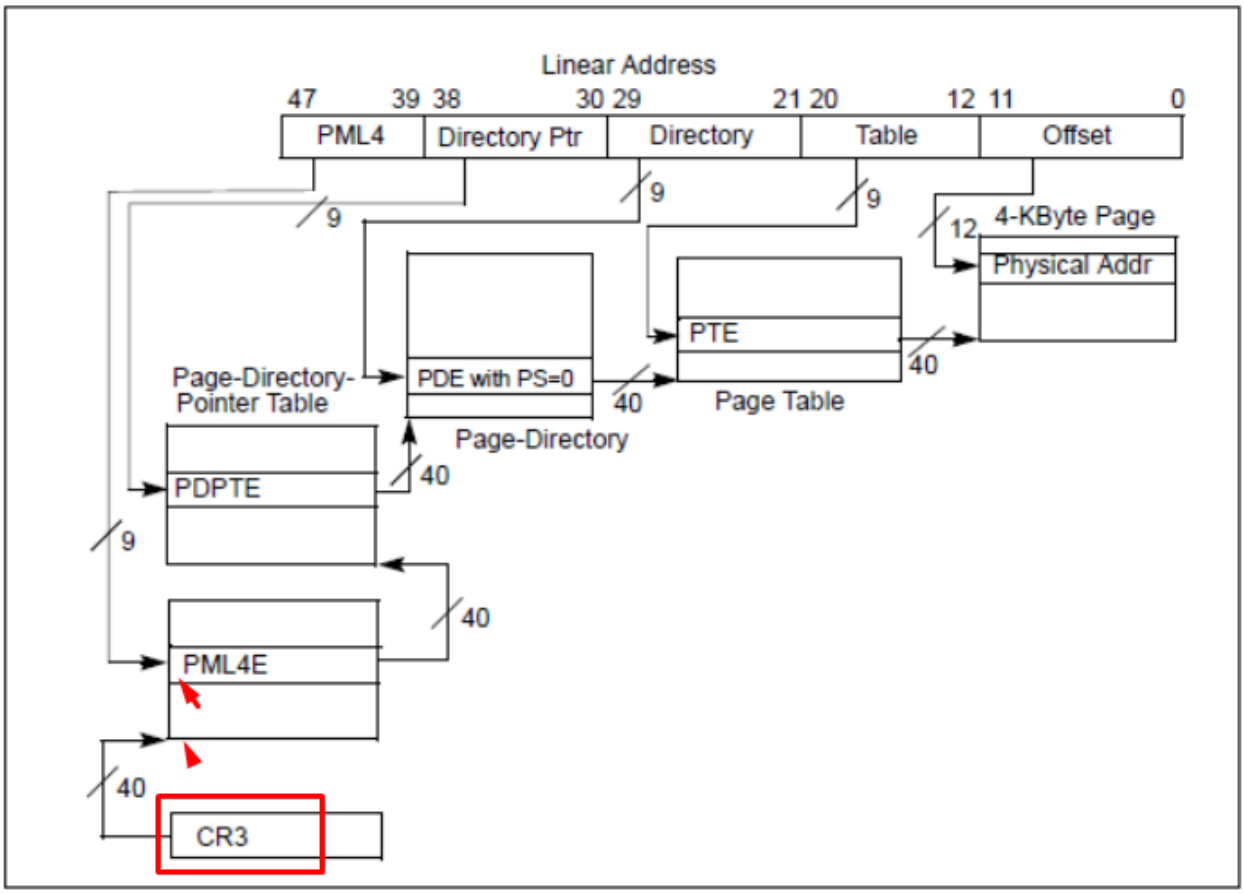
Alli vemos el contenido, lo guardamos para verificar que la dirección física hallada sea la misma, ya que tendrá el mismo contenido.

Bueno empecemos usemos el script para obtener los offset.

```
C:\Users\ricnar\Desktop\CHECKOUT\SOURCE\components\src\modules\exploits\modules\shippable\local>python VIRTUAL_ADDRESS_A
_FISICA.py  ffffc58df1c5f080
Virtual Address to translate ffffc58df1c5f080

1111111111111111110001011000110111110001110001011111000010000000

PML4=110001011
PDPTE=000110111
PDE=110001110
PTE=001011111
OFFSET=000010000000

PML4=110001011
PDPTE=000110111
PDE=110001110
PTE=1011111
OFFSET=000010000000

PML4=0x18b
PDPTE=0x37
PDE=0x18e
PTE=0x5f
OFFSET=0x80
```

PML4=0x18b
PDPTE=0x37
PDE=0x18e
PTE=0x5f
OFFSET=0x80

Como vemos en la imagen de las tablas todo parte del CR3 que tiene la base de la tabla PML4 o PML4E es lo mismo.




```
ffffc58d`f1c5f0f0  00
kd> r cr3
cr3=0000000133c97002
```

Ese valor de CR3 es el mismo que nos muestra DirBase del proceso donde se encuentra esta dirección virtual (sirve para cualquier dirección virtual de ese proceso)

```
kd> !process -1 0
PROCESS ffffc58df1c5f080
    SessionId: 1  Cid: 1694    Peb: 58c052e000  ParentCid: 03d4
    DirBase: 133c97002  ObjectTable: ffffb180ae26fd40  HandleCount: <Data Not Accessible>
    Image: SkypeApp.exe

kd> t
```

Así que dicha dirección, es la dirección física de la base de la tabla PML4 (les pondre numeral adelante a las direcciones físicas, para diferenciarlas de las direcciones virtuales).

PML4=# 0x133c97002

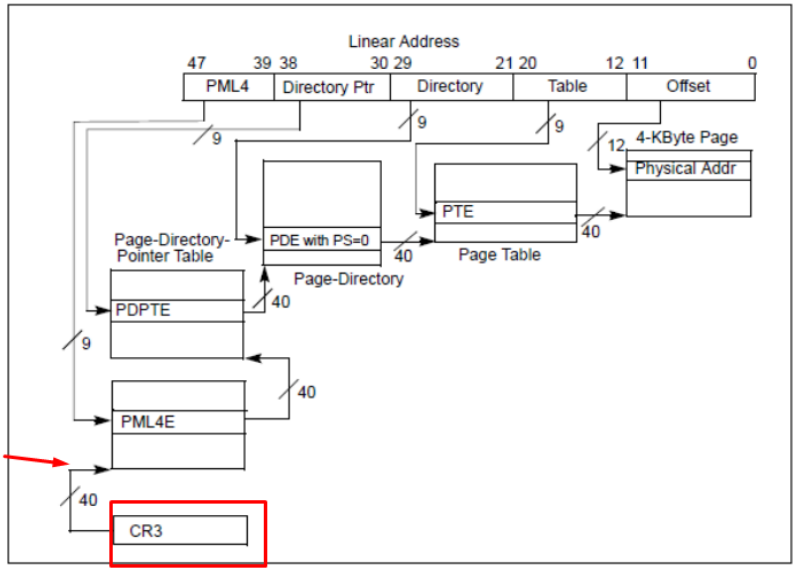
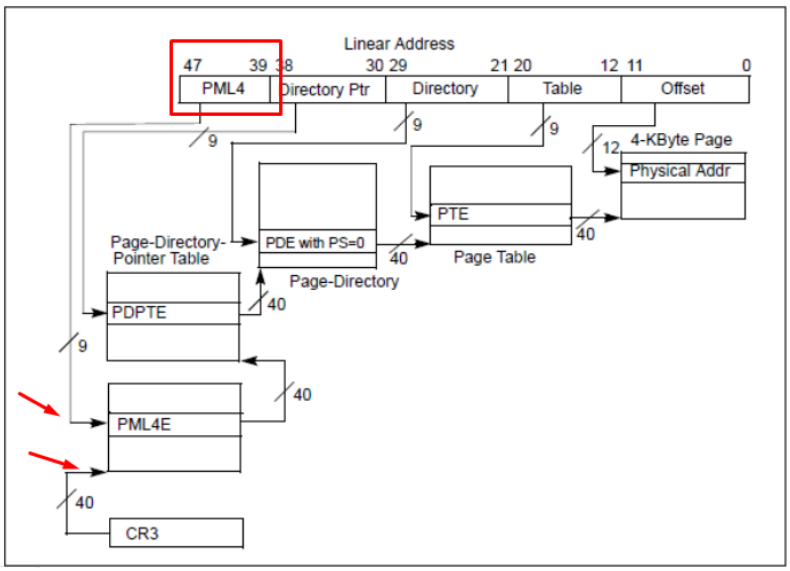


Figure 4-8. Linear-Address Translation to a 4-KByte Page using IA-32e Paging

Como vemos estamos en la base de la tabla PML4E para hallar la dirección dentro de la tabla debo usar el offset que en realidad es el número de entrada dentro de la misma, y multiplicarla por 8 ya que cada entrada es un puntero de 8 bytes.



Estamos en la flecha de abajo, con la base de la tabla PML4, queremos llegar a la flecha de arriba que es la dirección cuyo contenido apunta a la siguiente tabla.

Según nos indicó el script sería:

PML4=**0x18b**
PDPTE=0x37
PDE=0x18e
PTE=0x5f
OFFSET=0x80

Como dijimos para llegar a la dirección, debemos multiplicar por 8 y sumarlo a la base.

BASE + 8 * OFFSET= 0x133c97002 + (0x8 * 0x18b)

hex(0x133c97002 + (0x8 * 0x18b))
'0x133c97c5aL'

Esa es la dirección física dentro de la tabla **PML4** en cuyo contenido está el puntero a la otra tabla.

decided to use 4 paging table levels called: PML4, PDPT, PAGE DIRECTORY and PAGE TABLE.

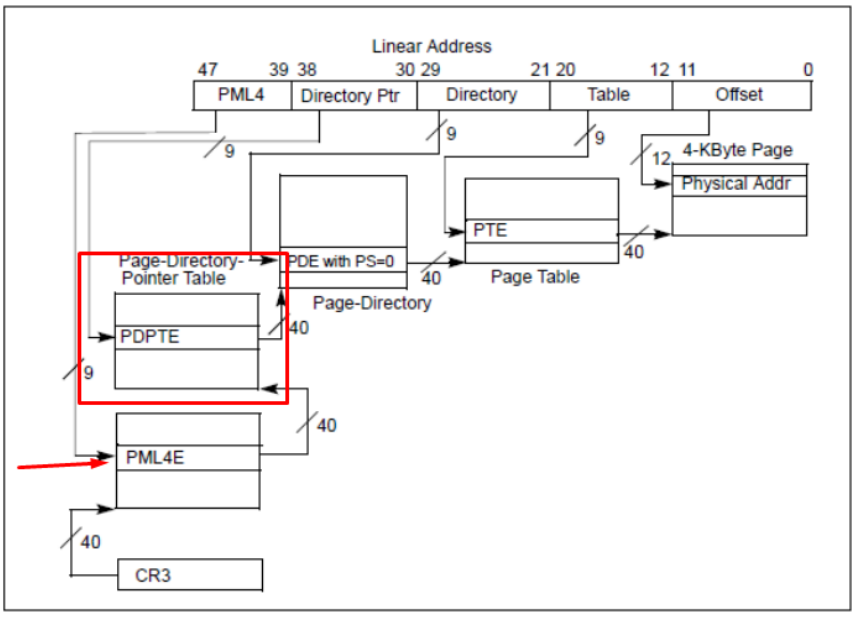


Figure 4-8. Linear-Address Translation to a 4-KByte Page using IA-32e Paging

Veamos que hay en esa dirección (para mostrar el contenido de una dirección física en windbg debemos anteponer **!** al comando)

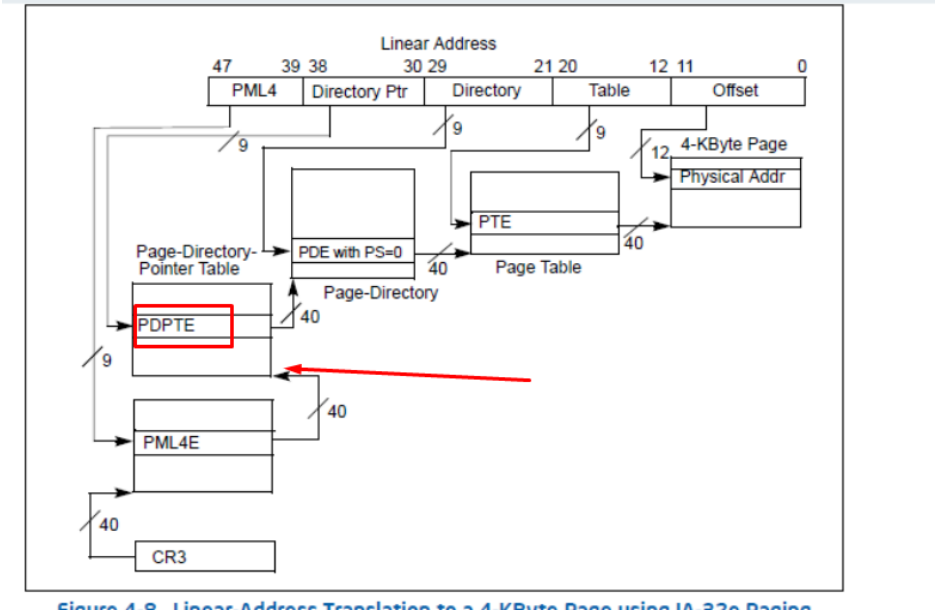
```
f133c97cc8 00000000 00000000 00000000 00000000
kd> !dq 0x133c97c5a
f133c97c58 0a000000`03a36863 00000000`00000000
f133c97c68 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97c78 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97c88 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97c98 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97ca8 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97cb8 00000000`00000000 00000000`00000000
f133c97cc8 00000000`00000000 00000000`00000000
```

El 0a superior se descarta y **#03a36863** es apunta a siguiente tabla, cada vez que hallamos la base de la siguiente tabla con este método debemos poner a 0 los 12 bits inferiores de la dirección que hallamos.

hex(0x03a36863 & 0xFFFFFF000)
'0x3a36000L'

Ahora si, hallamos la dirección física de la base de la siguiente tabla PDPTE.

PDPTE=#0x3a36000



Aplicamos el mismo mecanismo a esa base le sumamos el siguiente offset del script por 8.

PML4=0x18b
PDPTE=**0x37**
PDE=0x18e

PTE=0x5f
OFFSET=0x80

Así que la dirección dentro de la tabla PDPTE en cuyo contenido está el puntero que apunta a la tabla siguiente sería :

hex(0x3a36000 + (8 * 0x37))

hex(0x3a36000 + (8 * 0x37))
'0x3a361b8'

Esa es la dirección dentro de la tabla PDPTE, veamos su contenido.

```
#133c97cc8 00000000`00000000 00000000`00000000
kd> !dq 0x3a361b8
# 3a361b8 0a000000`03a39863 00000000`00000000
# 3a361c8 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a361d8 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a361e8 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a361f8 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a36208 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a36218 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a36228 00000000`00000000 00000000`00000000
```

Como la vez anterior el 0a se descarta y le ponemos los 12 bits bajos a cero nos da.

hex(0x03a39863 & 0xFFFFFF000)
'0x3a39000L'

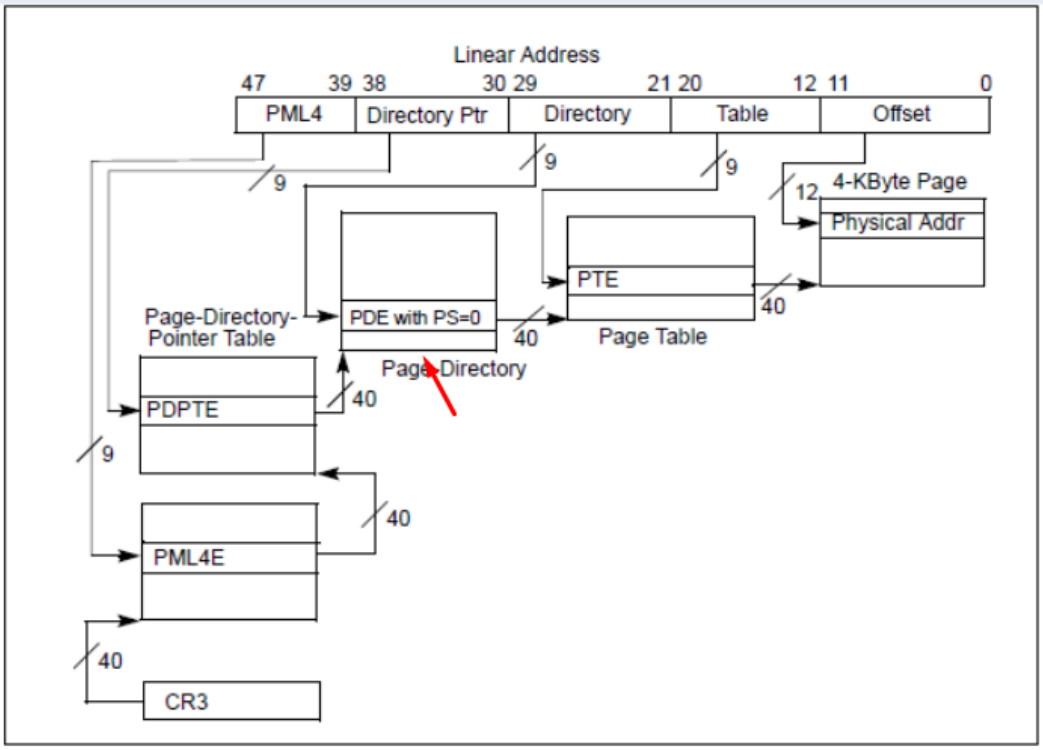


Figure 4-8. Linear-Address Translation to a 4-KByte Page using IA-32e Paging

Seguimos escalando ya llegamos a la PDE.

PDE= #0x3a39000

PML4=0x18b
PDPTE=0x37
PDE=**0x18e**
PTE=0x5f
OFFSET=0x80

Otra vez a la base de la PDE le sumamos 8*0x18e.

```
 hex(0x3a39000 + (8 * 0x18e))
'0x3a39c70'
```

Veamos el contenido.

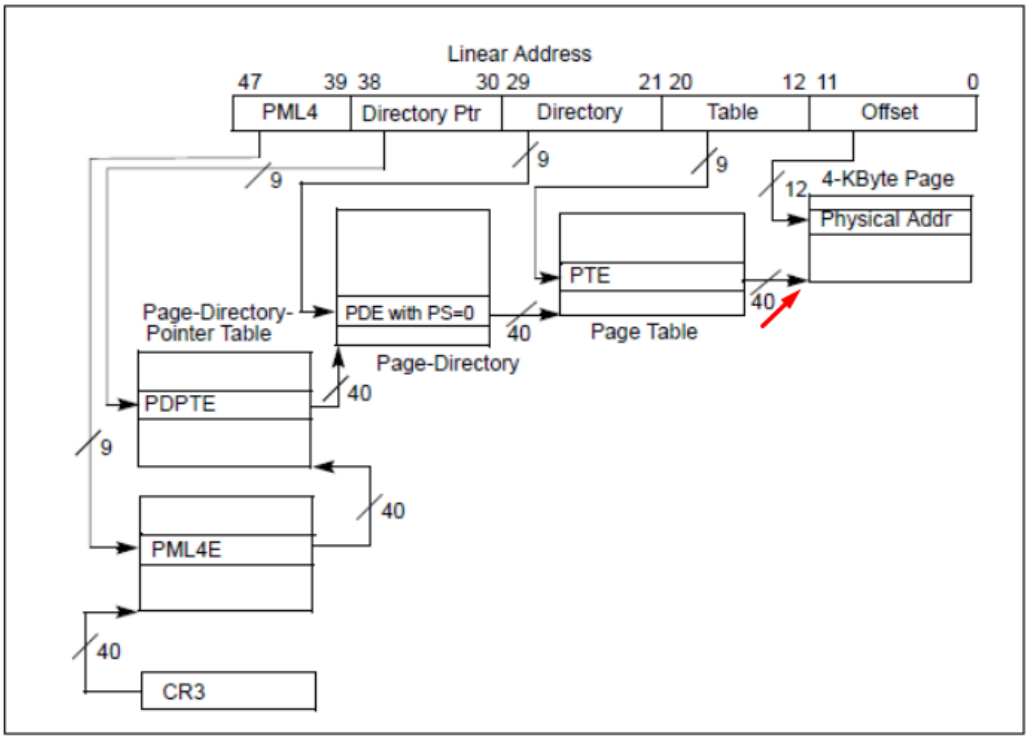
```
# 3a36228 00000000`00000000 00000000`00000000
kd> !dq 0x3a39c70
# 3a39c70 8a000001`2fa008e3 8a000001`39e008e3
# 3a39c80 8a000001`3ca008e3 8a000001`432008e3
# 3a39c90 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a39ca0 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a39cb0 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a39cc0 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a39cd0 00000000`00000000 00000000`00000000
# 3a39ce0 00000000`00000000 00000000`00000000
```

Le quitamos el byte superior y al resto le ponemos a cero los 12 bits inferiores.

hex(0x12fa008e3 & 0xFFFFFF000)
'0x12fa00000L'

Esa es la base de la siguiente tabla PTE

PTE=#0x12fa00000



Una vez llegamos a la base de PTE, dicha dirección es la base de la página física de la dirección que busco, solo hay que reemplazar los últimos 5 bytes por los de la dirección original

Virtual address original = ffffc58df1c**5f080**

Dirección fisica =0x12fa5f080

```
#12fa000f0 00000000 00000000 00000101 05000000
kd> !dd 0x12fa5f080
#12fa5f080 00b80003 00000000 f1717d30 ffffc58d
#12fa5f090 f1717d30 ffffc58d f1c5f098 ffffc58d
#12fa5f0a0 f1c5f098 ffffc58d 33c97002 00000001
#12fa5f0b0 f1bf2378 ffffc58d f2019338 ffffc58d
#12fa5f0c0 00000000 00000000 00000000 00000000
#12fa5f0d0 00140001 00000000 00000001 00000000
#12fa5f0e0 00000000 00000000 00000000 00000000
#12fa5f0f0 00000000 00000000 00000000 00000000
```

Lo logramos recordemos los que nos mostraba vtop.

```
kd> !vtop 133c97002 ffffc58df1c5f080
Amd64VtoP: Virt ffffc58d`f1c5f080, pagedir 1`33c97002
Amd64VtoP: PML4E 1`33c97c5a
Amd64VtoP: PDPE 1b8
Amd64VtoP: zero PDPE
Virtual address ffffc58df1c5f080 translation fails, error 0xD0000147.
```

No ayuda mucho veamos !PTE

```
Virtual address ffffc58df1c5f080 translation fails, error 0xD0000147.
kd> !pte ffffc58df1c5f080
                                           VA ffffc58df1c5f080
PXE at FFFFF6FB7DBEDC58    PPE at FFFFF6FB7DB8B1B8    PDE at FFFFF6FB71637C70    PTE at FFFFF6E2C6F8E2F8
Unable to get PXE FFFFF6FB7DBEDC58
```

Tampoco

Por eso conocer el método de hallarlo a mano sirve.

Vemos que en realidad después de hallar la base de PTE

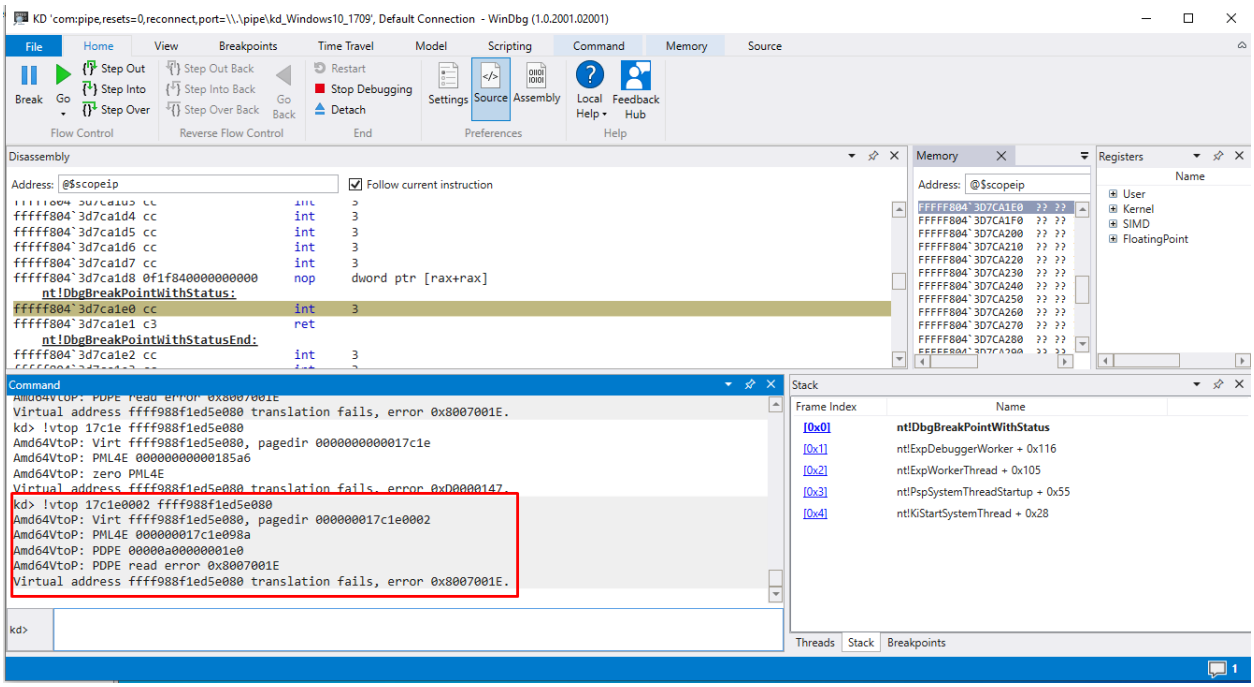
```
PML4=0x18b
PDPTE=0x37
PDE=0x18e
PTE=0x5f
OFFSET=0x80
```

Virtual address original = ffffc58df1c5f080

Dirección fisica =0x12fa5f080

No hay que seguir pivoteando ya teniendo la base de PTE, el 0x5f y 0x80 que nos muestra el script en realidad son los últimos 5 bytes de la dirección que hay que sumarle a la base de PTE para hallar la dirección final.

Algunos compañeros me dijeron que a ellos le funciona con la última versión de WINDBG PREVIEW, pues a mi no.



```
    Image: cmd.exe

kd> !vtop 17c1e0002 ffff988f1ed5e080
Amd64VtoP: Virt ffff988f1ed5e080, pagedir 000000017c1e0002
Amd64VtoP: PML4E 000000017c1e098a
Amd64VtoP: PDPE 00000a00000001e0
Amd64VtoP: PDPE read error 0x8007001E
Virtual address ffff988f1ed5e080 translation fails, error 0x8007001E.
kd> !pte ffff988f1ed5e080
Levels not implemented for this platform
```

Bueno espero que a alguien le sirva, a mi me sirve porque maniana me olvide de todo así queda escrito jeje y si a alguien le funcionan los comandos de WINDBG mejor, se evita el trabajo, pero igual saber como se hace no viene mal.

9/5/2020
Ricardo Narvaja