

# L'overclock, entre línies

-Alumne: Joel  
Darnés Cros

-Curs i grup: 2n  
BAT A Tecnològic

-Tutor del  
treball: Àngel  
Garriga

[...] Dedicat a la meva passió pel hardware i la informàtica que és la que m'ha dut fins aquí.

## **Tria del tema**

Des d'un primer moment sabia que el tema tractat estaria relacionat amb el món de la informàtica i el hardware, ja que n'he set un gran aficionat des de ben petit. És curiós pensar que després d'establir els primers possibles temes estava bastant convençut que acabaria fent el treball sobre computació quàntica (qubits) i tot el que aquesta comporta i pot evolucionar en un futur. Però després d'una primera recerca d'informació intensa i tractant amb diferents persones amb coneixements sobre el tema vaig decidir decantar-me per parlar sobre overclock i sistemes de refrigeració. Ja que em vaig adonar que la computació quàntica és un món encara molt confús i poc investigat en la situació científica-tecnològica actual i no tindria gairebé cap recurs a la part pràctica del treball. Així doncs, em vaig decantar per l'overclocking i la seva relació directa amb els sistemes de refrigeració, ja que tenia bastants coneixements i interessos pel tema i se'n pot desenvolupar un treball tant teòric com pràctic extens, eficaç i útil.

## **Objectius i hipòtesis inicials**

Els meus objectius inicials eren clars i precisos gràcies als meus coneixements previs en el camp. A la part teòrica volia analitzar l'overclocking des de tots els aspectes possibles i contrastar-ho amb coneixements físics i electrònics, també volia desenvolupar un mètode universal per qualsevol sistema, ja que vaig observar que hi havia molta confusió a la xarxa sobre les in comptables guies d'overclocking existents. Per altra banda a la part pràctica volia overclockejar en tots els tipus de sistemes i refrigeracions possibles i d'aquesta manera comprovar mitjançant l'experiència tots els coneixements teòrics de la manera més verídica possible.

Una de les hipòtesis que vaig tenir més present durant tot el treball va ser: "La temperatura a la qual treballa el component realment varia el voltatge que necessitem per mantenir-lo a una mateixa freqüència, deixant de banda els límits tèrmics d'aquest mateix". Aquesta se'm va acudir en veure les immenses freqüències que assolien els overclockers professional respecte els usuaris comuns amb temperatures extremes. Hipòtesis que vaig afirmar rotundament a la part empírica del treball.

## **Índex del treball:**

### **1.-Introducció i evolució de l'overclock -- pàg. 7**

#### **1.1.-Introducció i conceptes bàsics -- pàg. 7**

#### **1.2.-Historia i evolució -- pàg. 11**

- 1.2.1.-El naixement de l'overclock: els oscil·ladors de cristall
- 1.2.2.-Primer intent comercial d'overclock: el botó Turbo
- 1.2.3.-Primer multiplicador de freqüència autònom
- 1.2.4.-Primer sistema complexa d'overclock: les combinacions de jumpers
- 1.2.5.-Primera placa base amb capacitat d'overclock des de la pròpia BIOS
- 1.2.6.-Extinció bus frontal (FSB) i altres avenços

### **2.-Funcionament del overclock a escala electrònica -- pàg. 19**

#### **2.1.-Determinació de la freqüència del component -- pàg. 19**

- 2.1.1.-Primera fase: Oscil·lador de cristall i circuit PLL
- 2.1.2.-Funcionament d'un circuit PLL bàsic
- 2.1.3.-Freqüència del FSB i el NorthBridge
- 2.1.4.-Multiplicadors de freqüència
- 2.1.5.-Freqüència final : Conclusió

#### **2.2.-Determinació del voltatge del component -- pàg. 29**

##### **2.2.3.-La font d'alimentació:**

- 2.2.3.1.-Transformador d'entrada
- 2.2.3.2.-Rectificador a díodes
- 2.2.3.3.-El filtre:
- 2.2.3.4.- El regulador
- 2.2.3.5.-Conclusió i relació

##### **2.2.4.-VRM**

- 2.2.4.1.- Introducció i funció
- 2.2.4.2.- Components del VRM
- 2.2.4.3.- Funcionament del VRM
- 2.2.4.4.- Conclusió i relació

#### **2.3- La física de l'overclock -- pàg. 50**

- 2.3.1.-La loteria del Silici
- 2.3.2.-Capacitat d'Overclock
- 2.3.3.-Concordança voltatge i freqüència
- 2.3.4.-Correspondència freqüència, voltatge i calor derivada
- 2.3.5.-Temperatura i consecutius
- 2.3.6.-Degradació
- 2.3.7.-Freqüència i rendiment

### **3.-Categories de l'overclocking -- pàg. 69**

**3.1.-Overclocking comú -- pàg. 69**

**3.2.-Overclocking extrem -- pàg. 71**

### **4.-Procediment per realitzar overclock -- pàg. 72**

**4.1.-Anàlisi hardware i objectius -- pàg. 72**

**4.2.-Instal·lació software necessari -- pàg. 75**

**4.3.-Aprenentatge del hardware i referències -- pàg. 86**

**4.4.-Inici prova i error -- pàg. 90**

### **5.-Introducció sistemes de refrigeració informàtics -- pag. 96**

**5.1.-El principi tèrmic del dissipador -- pàg. 96**

**5.2.-Tipus de sistemes de refrigeració -- pàg. 97**

- 5.2.1.-Refrigeració per aire activa
- 5.2.2.-Refrigeració per aire passiva
- 5.2.3.-Refrigeració mitjançant Heatpipes
- 5.2.4.-Refrigeració líquida custom
- 5.2.5.-Refrigeració líquida per immersió
- 5.2.6.-Cascada
- 5.2.7.-Criogènia

**5.3.-Altes factors de la refrigeració -- pàg. 105**

- 5.3.1.-La pasta tèrmica
- 5.3.2.-Flux d'aire

### **6.-Experimetació: Part pràctica -- pàg. 107**

**6.1.-Desenvolupament del 1r projecte: La líquida custom -- pàg. 108**

- 6.1.2.-Estudi i disseny del circuit
- 6.1.3.-Obtenció del material
- 6.1.4.- Execució del muntatge
- 6.1.5.-Successos inesperats importants durant el muntatge
- 6.1.6.-Resultat final

**6.2.-Desenvolupament del 2n projecte: Overclocking extrem -- pàg. 135**

- 6.2.1.-Planificació
- 6.2.2.- Obtenció del material
- 6.2.3.-Procediment del muntatge
- 6.2.4.-Overclocking

**7.-Conclusions finals -- pàg. 150**

**7.1.-Conclusions finals de l'overclock -- pàg. 148**

**7.2.-Conclusions finals del treball -- pàg. 149**

**8.-Bibliografia -- pàg. 152**

**9.-Annexos -- pàg. 156**

**9.1.-Doble sentit del títol del treball (pàg.**

**9.2.-Fotografies addicionals i captures dels benchmarks rellevants (pàg.**

9.2.1.-Líquida custom

9.2.2.-Refrigeració criogènica

**10.-Agraïments -- pàg. 170**

# 1.-Introducció i evolució de l'overclocking

## 1.1.-Introducció i conceptes bàsics:

L'overclock és una pràctica bastant complexa i que té molt ressò en l'àmbit informàtic i tecnològic, ara bé, el concepte bàsic d'aquest és bastant senzill; consisteix a augmentar la velocitat de rellotge, freqüència o nombre d'actualitzacions d'un component electrònic per augmentar-ne el rendiment.

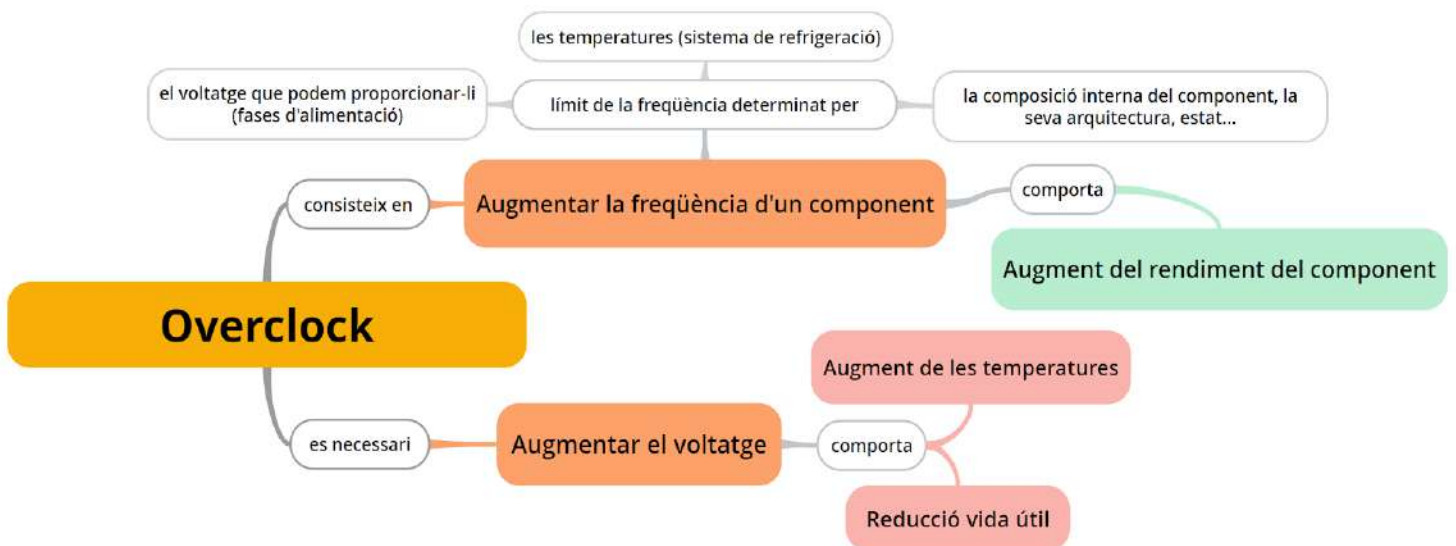
Qualsevol component informàtic conté un rellotge o freqüència que sincronitza les operacions que aquest realitza, teòricament tots els que posseeixen aquesta característica (pràcticament tots) poden ser overclockejats. Cada un d'aquests, depenen de la seva arquitectura interna, les condicions d'aquest, entre molts altres factors, té un límit de freqüència o un altre, però aquest sempre és finit.

Si tenim en compte només això, l'overclock pot augmentar el rendiment de qualsevol component, però això no és realment així. Primer de tot cal tenir en compte les conseqüències i les alteracions que cal realitzar-li per poder augmentar-li la freqüència. Difícilment es pot augmentar aquesta freqüència significativament sense abans augmentar el voltatge que subministrem al component. Augmentant aquest, el corrent i la calor (TDP) que desprèn també augmenten proporcionalment.

A més freqüència i més voltatge, necessitarem un sistema de refrigeració amb una capacitat de refrigeració superiors i unes fases d'alimentació (o VRM) que ens puguin proporcionar més voltatge i que siguin més precises.

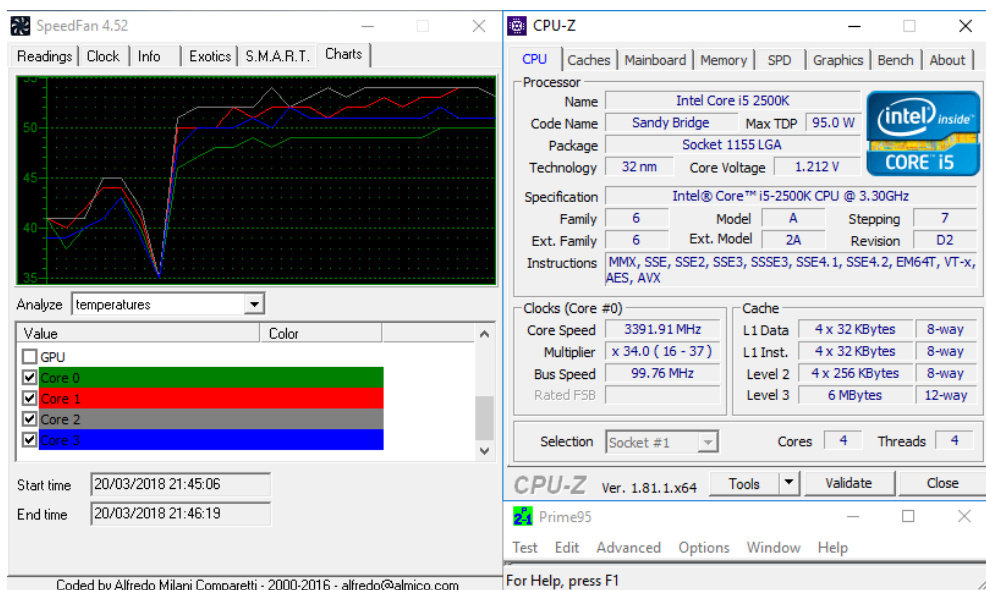
Malauradament, encara que tinguéssim una refrigeració que ens mantingués el component a temperatures funcionals a qualsevol voltatge i freqüència i unes fases d'alimentació que poguessin proporcionar qualsevol voltatge, aquest sempre tindria un límit finit determinat per altres paràmetres com l'estructura interna del component o la capacitat de voltatge que toleren els transistors d'aquest entre molts altres.

Per altra banda, a tot aquell component que se li pot aplicar overclock, també se li pot aplicar underclock, on es redueix la freqüència del component i per tant se sacrifica una part del rendiment del component per tal de reduir al màxim el seu voltatge, el consum i la calor produïda. Un exemple clar en són els portàtils o altres aparells on el sistema de refrigeració es bastant precari o interessa reduir el consum per augmentar la bateria...



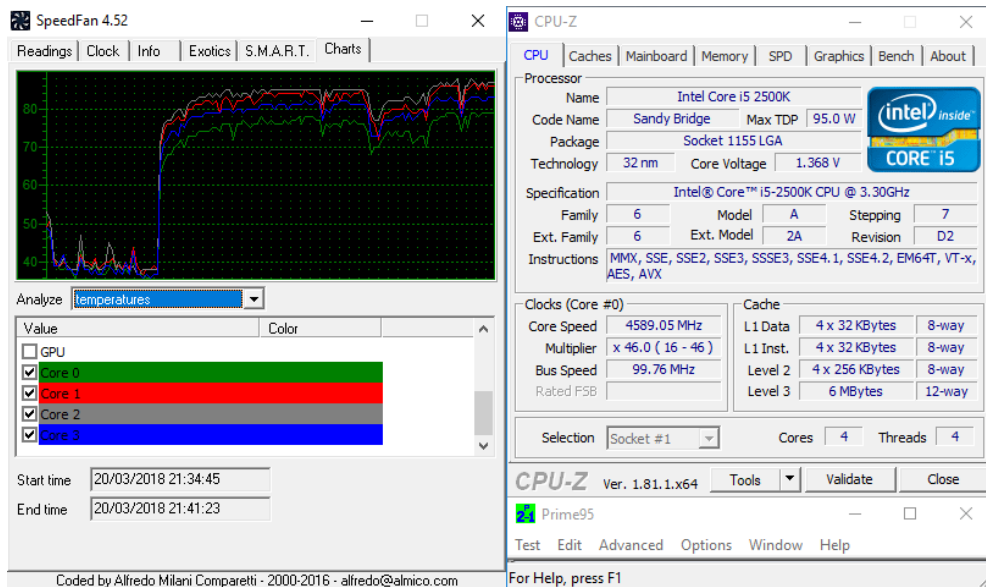


Les següents captures representen un el processador i5 2500k en 3 estats diferents, l'objectiu d'aquestes és observar com varien les temperatures si canviem la freqüència i el voltatge per fer-nos una idea inicial d'aquestes variables. De moment només interessa fixar-nos en la gràfica del programa *SpeedFan 4.52* que ens representa la **temperatura** dels Cores (nuclis) del processador, el "Core Voltage" del programa *CPU-Z* que representa el **voltatge** proporcionat al processador i el "Core Speed" del programa *CPU-Z* que representa la **freqüència** final del processador. El programa *Prime95* ens permet saturar al processador al 100% del seu rendiment per tal de poder comparar els 3 estats en les mateixes condicions.



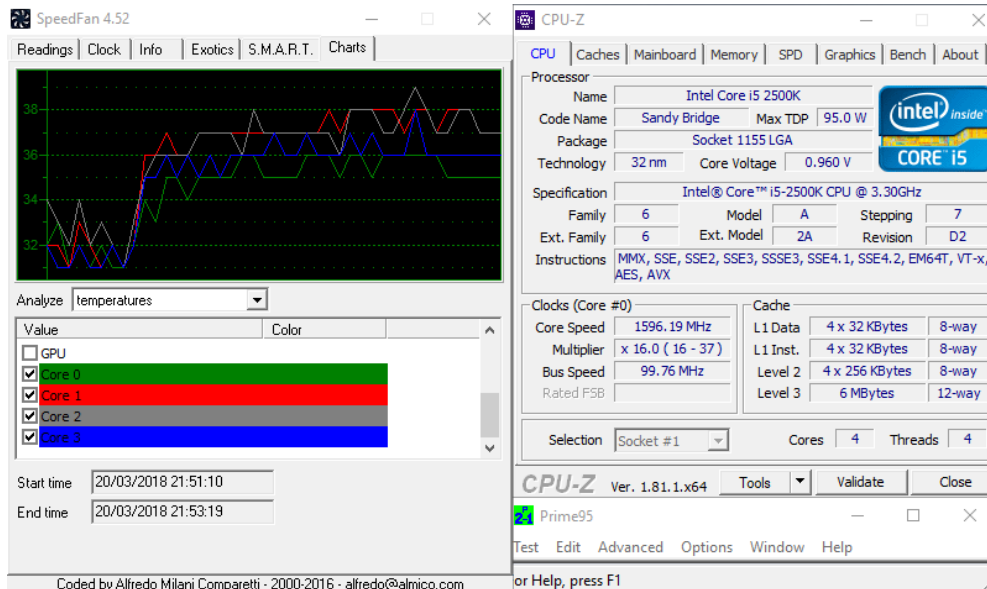
### Imatge 1: **Processador de sèrie:**

El voltatge automàtic es manté a 1,212V, la freqüència és manté a la freqüència establerta pel fabricant, 3,4ghz i la temperatura del processador oscil·la entre els 48<sup>o</sup> i 54<sup>o</sup>.



### Imatge 2: **Processador overclockejat:**

Amb un voltatge de 1,368V el processador pot assolir una freqüència de 4,6ghz i les seves temperatures augmenten fins a oscil·lar entre 70° i 88°. Més freqüència = més voltatge i més temperatura.



### Imatge 3: **Processador underclockejat:**

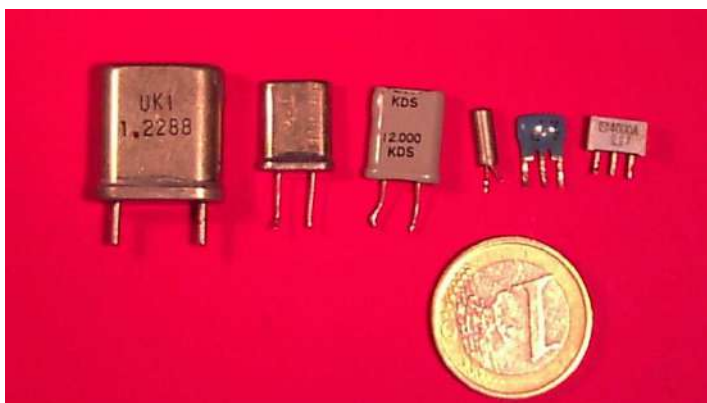
Amb una freqüència de 1,6ghz el processador és capaç de treballar amb tan sols 0,96V i les seves temperatures descendeixen de manera que oscil·len entre 35° i 39°. Menys freqüència = menys voltatge i menys temperatura.

## 1.2.-Història i evolució:

Tot i que teòricament l'overclock és aplicable a qualsevol component, l'origen i l'evolució d'aquest està bàsicament encarat a l'augment de freqüència de la unitat de processament principal o CPU.

### 1.2.1.-El naixement de l'overclock: els oscil·ladors de cristall

Per observar el naixement d'aquesta pràctica ens hem de remuntar al 1982 i el començament del mercantil dels primers processadors comercials. En aquesta època l'empresa Intel va crear els processadors Intel 8088 i Intel 80286 els primers overclocjats pels usuaris, d'una manera molt diferent a l'actual i poc eficaç. La freqüència d'aquests processadors estava determinada per un **oscil·lador de cristall** mitjançant i la seva ressonància mecànica. Alguns propietaris amb coneixements van optar per canviar aquest per un oscil·lador d'un model superior i així aquest augmentava la seva velocitat, de 6mhz a 8mhz (1mhz = 1 milió de cicles cada segon) en la majoria dels casos. El problema d'aquesta pràctica era que en aquella època l'oscil·lador de cristall determinava la freqüència de tot el **bus frontal (o FSB)**, bus que determina la velocitat de tots els components (CPU, RAM, caché...) per això aquesta pràctica va ocasionar que la majoria dels altres components del ordinador s'acceleressin de la mateixa manera i que aquests no poguessin suportar l'augment de velocitat ocasionant que moltes aplicacions del hardware al software fossin inestables i molts programes i funcions del sistema simplement no funcionessin.



Imatge 4: Mida dels primers models d'oscil·ladors de cristall comparats amb una moneda d'euro.

### 1.2.2.-Primer intent comercial d'overclock: el botó Turbo

El 1983 va sorgir el **botó Turbo** que pretenia estabilitzar les aplicacions inestables amb l'overclock. Però el que aquest realitzava realment era el següent: a l'activar-lo la freqüència del processador s'establia a la freqüència normal i en desactivar-lo la freqüència es reduïa per ser compatible amb totes aquelles aplicacions més antigues, és a dir, realitzava un underclock. Aquesta pràctica es va realitzar des de la creació del Intel 80286 (el 1983) fins a l'arribada de la família de processadors Intel 80486 (el 1989)



Imatge 5: Frontal d'un ordinador de la dècada dels 80s que posseeix el botó Turbo.

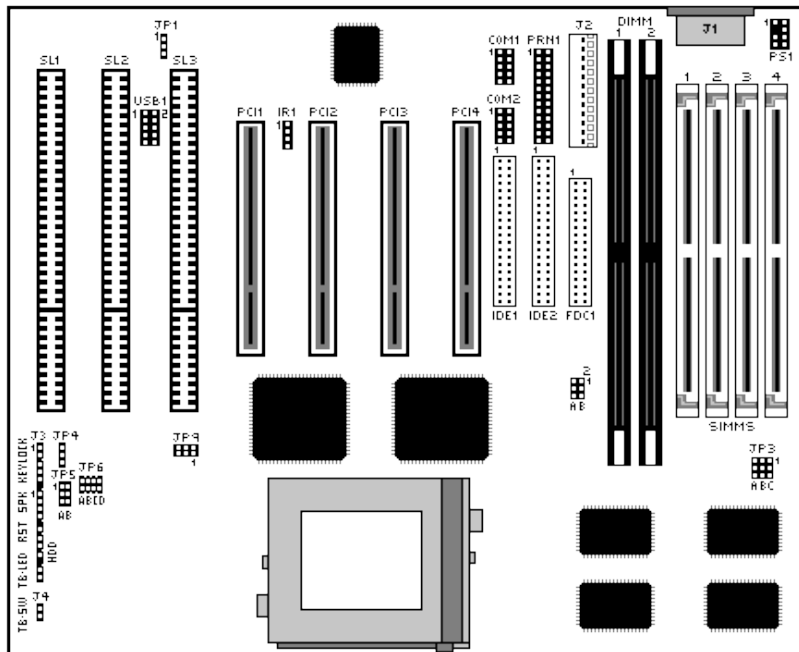
### **1.2.3.-Primer multiplicador de freqüència autònom**

El 1992 l'aparició del processador Intel 80486DX2 va comportar un gran avenç en l'àmbit de l'overclock, ja que incorporava el primer multiplicador de freqüència. Fins aquell moment cada component de l'ordinador tenia una freqüència concreta però totes estaven determinades pel bus frontal. El multiplicador permetia multiplicar la freqüència del bus d'un component en concret (en aquest cas la CPU) i no de tot el conjunt com succeïa a l'augmentar el bus frontal. Malgrat tot, el primer model no era molt reversible, només permetia multiplicar x2 la freqüència del processador, tot i que va definir el concepte de multiplicador que ha marcat l'overclock fins el dia d'avui.

Durant la producció de la sèrie Intel 80486 la companyia va veure que molts dels processadors de gama alta no arribaven als requisits mínims a causa de petits errors en el procés de producció, així que la companyia va decidir limitar-los i vendre'ls com a models de processadors de gama més baixa, aquests són coneguts com a processadors remarcats. Aquesta pràctica encara existeix en l'actualitat tot i que el seu procediment és bastant diferent. Aquest fet va despertar la curiositat de molts overclockers, ja que era possible que modificant un model de gama baixa poguessis obtenir gairebé el rendiment d'un de gama alta.

### 1.2.4.-Primer sistema complexa d'overclock: les combinacions de jumpers

El llançament de l'arquitectura Pentium de Intel el 1993 va suposar un gran avenç en l'overclock, ja que aquests permetien modificar la velocitat del multiplicador de freqüència del processador i per tant la seva velocitat mitjançant la combinació d'uns **jumpers**. Més endavant es van treure models de plaques bases capaces de modificar fins i tot el voltatge proporcionat al processador mitjançant també combinació de jumpers diferents. Això va permetre que molt usuaris experimentessin i obtinguessin grans beneficis de l'overclock, impulsant així a molts entusiastes de la informàtica a experimentar en aquest món.



©1998 Quantum Engineering

Imatge 6 : Esquema de les diferents parts de la placa base de gama alta VX Pro+ utilitzada pels Pentium de Socket ZIF de 321 Pins. L'esquema dóna especial importància als diferents jumpers de la placa utilitzats per l'overclocking.

**JP1 - CMOS Discharge Jumper**

Pin	Description
1	Internal Battery
2	CMOS
3	Ground

JP1	Description
	Normal Mode
	Clear CMOS

**JP2 - DIMM Module Voltage Jumpers**

Description	JP2
SDRAM DIMM (3.3V)	
EDO DRAM (5V)	

**JP3 (A,B,C) - CPU Speed Jumpers**

CPU Clock	JP3 (A, B, C)
50 MHz	
55 MHz	
60 MHz	
66 MHz	
75 MHz	

PCI Clock	JP3 (D)
CPU CLK/2	
33 MHz	

**JP4 - Flash ROM Voltage Jumper**

Description	JP4
12V Flash Programming	
5V Flash Programming	

**JP5 - CPU Internal Clock Speed Jumpers**

IDT	Intel	Cyrix	AMD	JP5
Reserved	1.5X / 3.5X	Reserved	K5 1.5X / K6 3.5X	
Reserved	2.0X	2.0X	Reserved	
Reserved	2.5X	M2 2.5X	2.5X	
C6 3.0X	3.0X	M2 3.0X	K6 3.0X	

**JP6 (A,B,C,D) - CPU Core Voltage Jumpers**

Voltage	JP6 (A, B, C, D)	Voltage	JP6 (A, B, C, D)
3.5V		2.8V	
3.2V		2.5V	
2.9V			

**JP9 - CPU Type Jumpers**

CPU Type	Examples	Setting
P55C (Dual Voltage)	Intel MMX, AMD K6, IBM/Cyrix 6x86L, M2	
P54C (Single Voltage)	Intel P54C, AMD K5, IBM/Cyrix 6x86	

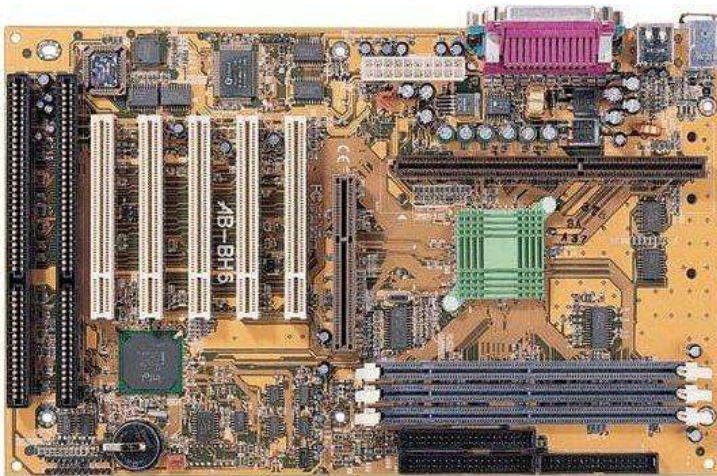
Imatge 7: Gràfica que representa les diferents combinacions dels jumpers de la placa i la freqüència i el voltatge que aquestes comporten.

La primera sèrie dels Pentiums desbloquejats va suscitar que molts comerciants venguessin el processador overclockejats a un preu superior, entre altres practiques ,que no van complaure Intel, així que aquest va bloquejar la freqüència de gairebé tots els nous models, com els Pentium II entre altres.



### 1.2.5.-Primera placa base amb capacitat d'overclock des de la pròpia BIOS

L'any 1998 l'empresa ABIT va crear la placa base ABIT Bh6, la primera placa base que va eliminar els jumpers i va permetre canviar els valors del multiplicador de freqüència i del voltatge del processador des de la pròpia BIOS (programa bàsic de la placa que reconeix els components del ordinador) de la pròpia placa base. A més a més aquesta placa permetia establir qualsevol velocitat de bus frontal, o FSB (sempre que la CPU ho suportés ,clar està).



Imatge 8: Placa base ABIT Bh6 compatible amb processadors Intel Celerion, Pentium II i Pentium III

Imatge 9: BIOS de la placa ABIT Bh6, concretament l'apartat de "!! CPU SOFT MENU II !!", on podem observar com es pot canviar la freqüència de la CPU i el seu voltatge

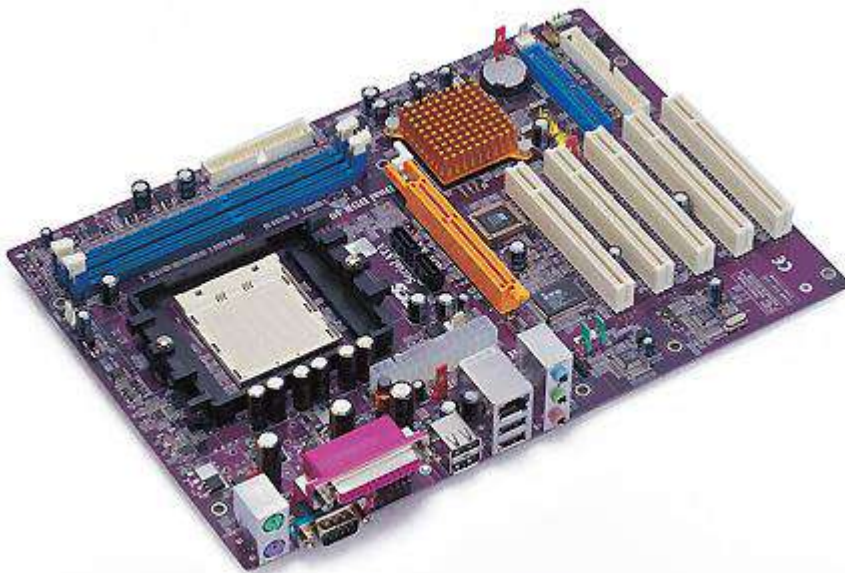
Després de l'aparició d'aquesta placa tots els fabricants es van posar al dia i les plaques amb jumpers van desaparèixer pràcticament del mercat. Aquell mateix any va sorgir també el primer programa que permetia controlar la freqüència amb el sistema operatiu actiu, el SoftFSB, no obstant això, aquest només deixava modificar el bus frontal (FSB) ,per tant, no era molt útil, ja que després l'ordinador patia els mateixos problemes que en l'inici de l'overlcock, la freqüència de tots els components augmentava.



### 1.2.6.-Extinció bus frontal (FSB) i altres avenços fins a l'actualitat:

Finalment l'empresa AMD va intentar eliminar de manera definitiva el bus frontal substituint per el **Hyper Transport** (HTT), aquest nou , buscava substituir l'històric bus frontal (FSB) per així poder controlar les freqüències autònomament.

El 2001 va sorgir les plaques base nForce3 per part de l'empresa Nvidia que van aconseguir independitzar el bus principal del **bus del PCI i AGP**, poden augmentar independentment així la freqüència dels seus components, generalment targetes gràfiques (GPU) o memòries flash.



Imatge 10: Placa base nForce3, compatible amb els processador AMD Athlon del socket 939, primer placa base amb bus PCI autònom

Actualment la freqüència en el cas dels processadors AMD està determinada per la multiplicació del bus HTT i el multiplicador LDT; i en el cas de Intel per la multiplicació del bus BCLK i la CPU Clock Ratio. Les plaques bases de gama alta modernes compten amb un bus independent per gairebé cada component, encara que la situació i limitacions actuals d'aquests està més detallada a l'apartat següent.

## **2.-Funcionament de l'overclock a escala electrònica:**

Per entendre el funcionament de l'overclock hem d'analitzar el funcionament electrònic d'un processador modern i els diferents paràmetres que comporten que funcioni com a tal i els components que l'hi proporcionen. Freqüència, voltatge, temperatura...

### **2.1.-Determinació de la freqüència del component:**

#### **2.1.1.-Primera fase: Oscil·lador de cristall i circuit PLL:**

En aquesta secció s'analitza com es determina la freqüència de cada component en el cas d'una placa base moderna.

Actualment totes les plaques bases modernes posseeixen almenys un **oscil·lador de cristall**, un cristall de quart amb la propietat de **piezoelectricitat** que permet canviar de força mecànica en energia elèctrica i a l'inrevés. Si apliquem voltatge elèctric als dos pols d'aquest component, aquest es comprimeix i si l'alterem constantment, l'oscil·lador es va expandint i comprimint creant així una vibració o freqüència exacta determinada pel voltatge proporcionat. Així doncs aquest component genera un conjunt de senyals continus a través d'una corrent elèctrica.

Però l'oscil·lador no determina la freqüència final del processador, ja que els oscil·ladors sempre funcionen a la mateixa freqüència, els més coneguts són de 14318MHz (14318 milions d'actualitzacions per segon), a més a més aquesta és irrisòria comparada amb la freqüència dels processadors actuals. És per això que la seva freqüència passa per un seguit de components on és comprovada i augmentada. El primer d'aquests és el Phase-Locked Loop (PLL), aquest és un circuit que té un conjunt de components que són capaços de transformar una freqüència en una altre.



Imatge 11: Primer pla dels primers dos elements principals que determinen la freqüència, l'oscil·lador de cristall en la part central inferior de la imatge i el circuit Phase-Locked Loop (PLL) just sobre d'aquest.

### 2.1.2.-Funcionament d'un circuit PLL bàsic:

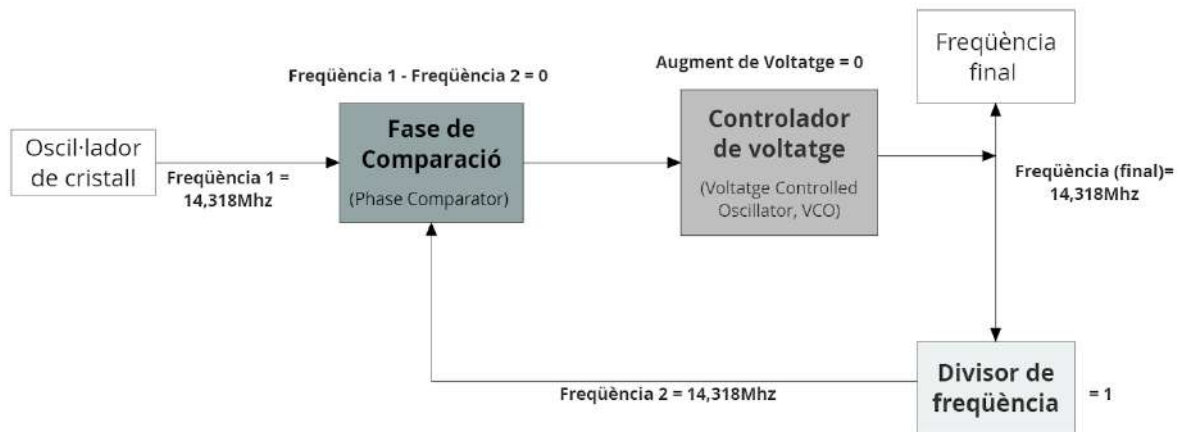
Un circuit bàsic PLL està compost per una fase de comparació de freqüències (Phase Comparator), un Controlador de voltatge (VCO) i un divisor de freqüència. El seu funcionament és el següent:

Les dues freqüències que rep la fase de comparació, una que prové directament de l'oscil·lador de cristall (14,318Mhz) i una altra que prové del divisor de freqüència, sempre han de ser equivalents. La fase de comparació modifica la freqüència mitjançant canvis de voltatge al VCO per tal que aquestes dos sempre siguin iguals. El divisor divideix la freqüència final entre un número en concret.

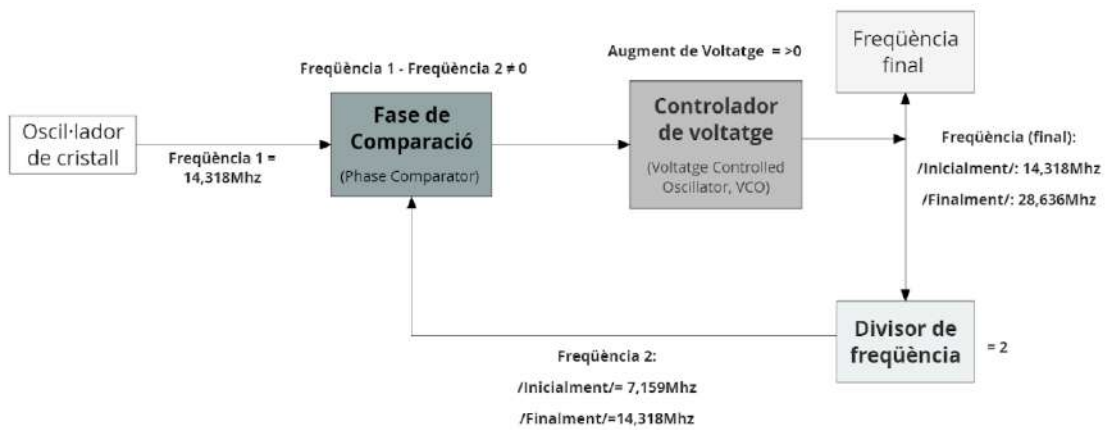
Així doncs, si el divisor és inexistent o és 1 la freqüència provinent del divisor sempre serà la mateixa que la que prové de l'oscil·lador de cristall, el VCO no proporcionarà cap voltatge i la freqüència total no canviarà.

Si en canvi el divisor és 2, la freqüència que proporcionarà el divisor serà 7,159Mhz ( $14,318\text{Mhz}/2$ ) en aquest cas i per tant la fase de comparació augmentarà el voltatge del VCO perquè així la freqüència final sigui 28,636Mhz i quan el divisor de freqüència la divideixi, en aquest cas per dos, aquesta sigui del mateix valor que la freqüència inicial del cristall oscil·lador (14,318Mhz).

D'aquesta manera amb el divisor podem alterar la freqüència, ja que sempre que aquest sigui un número més gran que l'1, la freqüència provinent del divisor serà inferior i la fase de comprovació haurà d'alterar el voltatge per tal d'igualar la freqüència de l'oscil·lador de cristall alterant així la freqüència final proporcionada.



Imatge 12: Esquema dels components d'un circuit PLL bàsic i com aquests modifiquen la freqüència quan el divisor de freqüència és inexistent o 0; en aquest cas la freqüència inicial (oscil·lador de cristall) i la final és la mateixa.



Imatge 13: Esquema dels components d'un circuit PLL bàsic i com aquests modifiquen la freqüència en el cas en què el divisor de freqüència es 2, la freqüència anomenada /Inicialment/ representa la freqüència errònia, abans que la fase de comparació actuï; i la freqüència anomenada /Finalment/ representi la freqüència real del circuit, un cop la fase de comparació ha actuat augmentat el voltatge.

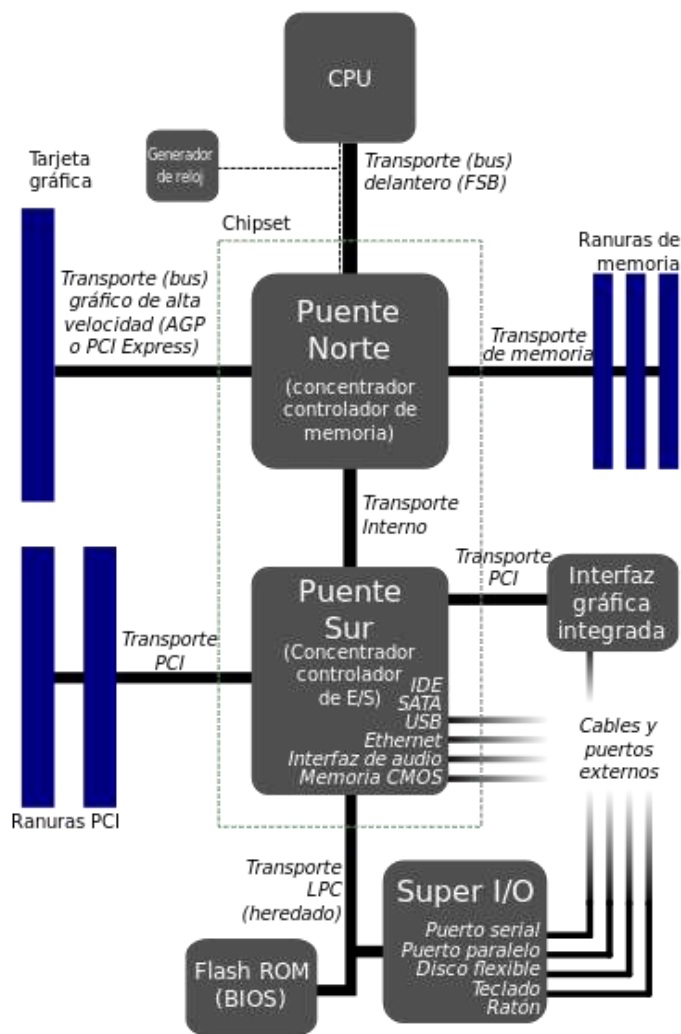
### **2.1.3.- Freqüència del FSB i el *NorthBridge*:**

Totes les plaques base actuals contenen diferents oscil·ladors de cristalls i circuits PLL. Però el més important és aquell que conjuntament amb un circuit PLL que determinen la freqüència del Front -side Bus (FSB), ja que aquest representa la freqüència base de pràcticament tots els components de l'ordinador, la memòria RAM, la CPU, la GPU... El FSB representa la velocitat en què el processador es comunica amb el NorthBridge i aquest determina el rendiment de tota la placa.

El Northbridge té la funció de sincronitzar i comunicar gran part dels busos de dades més ràpids del sistema amb el FSB, és a dir, és l'encarregat d'establir una freqüència base per a molts components, tals com la memòria RAM, els busos PCI Express... Així que si variem el valor del divisor de freqüència del PLL encarregat i augmentem la freqüència del FSB estarem augmentant el bus en què el processador es comunica amb el Northbridge i per tant el bus en què els altres components que s'hi comuniquen també i d'aquesta manera la seva freqüència base també.

Malgrat tot, aquesta pràctica no és gaire útil, ja que el fet que augmenti la freqüència de tots els components alhora perpetua inestabilitat. Tan bon punt s'augmenta mínimament la freqüència del FSB provocarà inestabilitat en la memòria RAM, carrils PCIe... Així que l'overclocking de la freqüència del FSB no és la millor opció.

Per altre banda gran part de les plaques bases modernes intenten independitzar el FSB de la majoria de busos per tal que el sistema sigui més estable, els últims models la freqüència del FSB està aïllada i només representa la freqüència base de la CPU i la RAM. Tot i això ni en aquests casos multiplicar el FSB assoleix bons resultats, ja que mai tendeix a estabilitzar-se en cas d'overclockejar-lo.



Imatge 14: Esquema que representa les diferents comunicacions d'una placa base socket 775 o anterior. En aquest cas el "Puent Norte" és el Northbridge, que comunica amb el processador mitjançant el bus FSB. En aquest cas si augmentéssim aquest bus, la freqüència de la memòria RAM també augmentaria (amb concordança amb el seu multiplicador) perquè la seva connexió està lligada amb el Northbridge, no obstant això, la freqüència de la gràfica denominada "PCI o Intefaz gràfica" no, ja que està lligada amb el Southbridge que treballa una altre freqüència. Realment en la majoria de plaques de l'actualitat el circuit del Northbridge està situat dintre el mateix processador i no influeix en la freqüència de la gràfica.



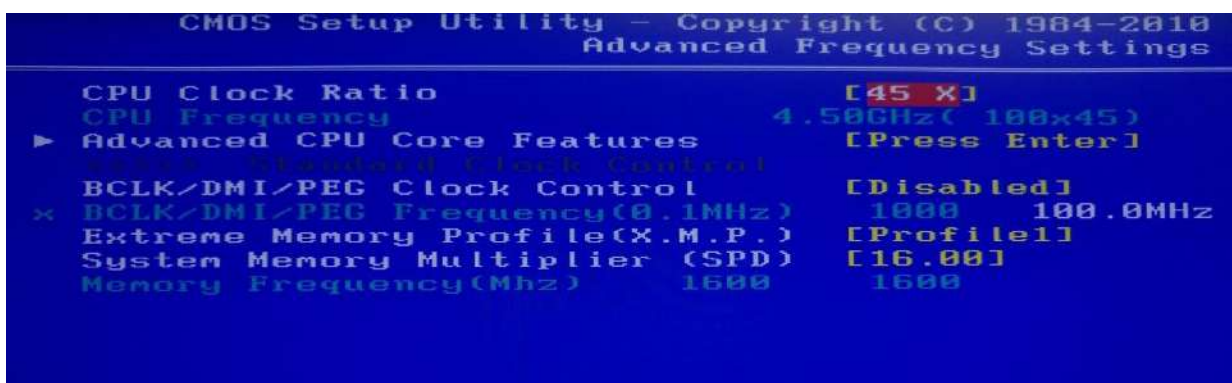
#### 2.1.4.-Multiplicadors de freqüència:

Finalment per determinar la freqüència final del component i poder-la augmentar independentment existeix un últim factor, el **multiplicador**.

Pràcticament tots els components tenen un multiplicador interior, aquest és bàsicament un altre circuit PLL integrat dintre del mateix component.

Aquest estableix la relació entre la freqüència final del component i la freqüència externa (FSB). La freqüència final del component és la resultant de la multiplicació del FSB i el seu propi multiplicador.

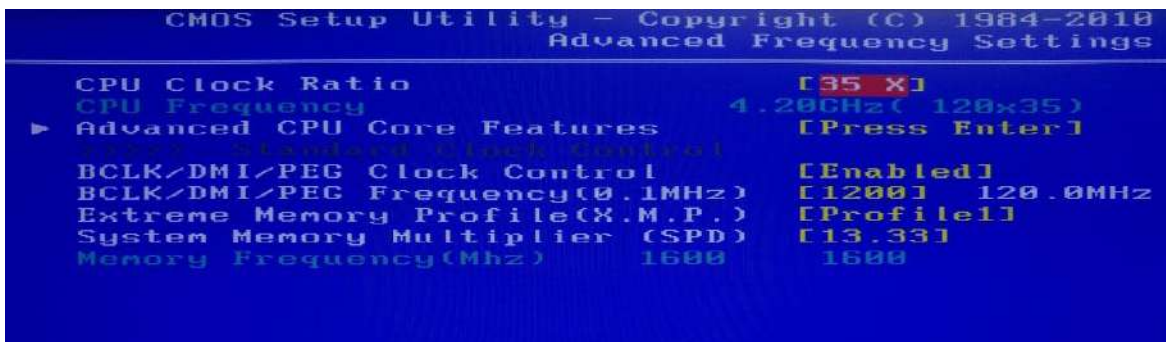
Per exemple, si el FSB de la placa és 100mhz i té un multiplicador de CPU de X45; la freqüència final d'aquest processador serà  $100 \times 45 = 4500\text{MHz} / 4,5\text{GHz}$ . Cada vegada que la freqüència general (FSB) realitza un cicle, el processador en realitza 45, d'aquesta manera podem agrupar i comparar totes les freqüències i busos dels diferents components al *Northbridge*. Si la memòria RAM funciona a 1600mhz, el seu multiplicador serà X16 i cada cop que la ram realitzi 16 cicles el processador n'haurà realitzat 45, d'aquesta manera es podran comunicar i transmetre les dades a través de la freqüència base (100mhz).



Imatge 15: Cas 1/ Imatge d'una BIOS en l'apartat "Advanced Frequency Settings" que permet modificar les freqüències principals del Northbridge (en aquest cas només CPU i RAM). Les freqüències i el multiplicador del sistema són les mateixes que en l'exemple anterior ,per tant, el seu desenvolupament seria el

mateix, el “BCLK” representa el FSB del sistema, aquest bé per defecte a 100mhz, el “CPU Clock Ratio” representa el multiplicador de freqüència o PLL interior del processador i el “System Memory Multiplier” és el multiplicador de la freqüència o PLL de la memòria RAM. Amb aquesta configuració el sistema arranca i funciona sense problemes amb els voltatges automàtics.

En canvi si intentem mantenir les mateixes freqüències però en aquest cas augmentem el FSB de la placa a 1200mhz i baixem el mateix multiplicador de CPU a X35; la freqüència final seria  $1200 \times 35 = 4200\text{MHz} / 4,2\text{GHz}$ , inferior a l'anterior i baixem el multiplicador de la memòria a X13.33 perquè així la memòria assoleixi la mateixa freqüència,  $1200 \times 13.33 = 1600\text{mhz}$ . La freqüència final del processador seria inclús inferior que en el primer cas i la de la memòria seria la mateixa, però ara la probabilitat d'inestabilitat o error en el sistema seria molt superior que en el primer cas a causa de la inestabilitat que provoca el l'augment del bus FSB.



Imatge 16: Cas 2/ Imatge d'una BIOS en l'apartat “Advanced Frequency Settings” que permet modificar les freqüències principals del Northbridge (en aquest cas només CPU i RAM). Les freqüències i els multiplicador del sistema són les mateixes que en l'exemple anterior, per tant, el seu desenvolupament seria el mateix. Augmentant el BCLK podem obtenir les mateixes freqüències reduint els multiplicadors. El significat de les nomenclatures de la imatge és la mateixa que en el primer cas.



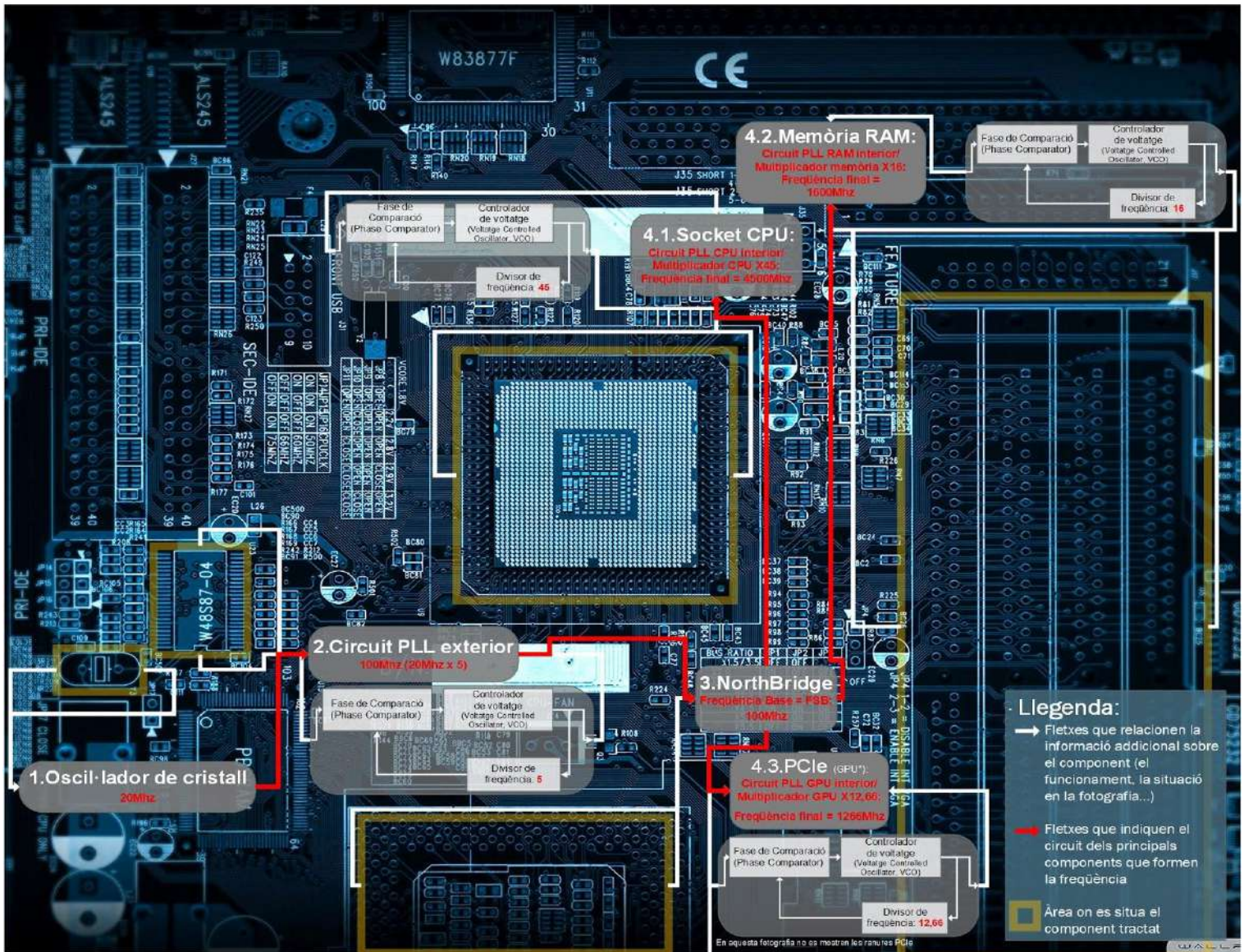
Imatge 17: Cas 2/ Missatge d'error a l'intentar iniciar al sistema amb la configuració establerta. Encara que la freqüència del processador era inferior que al primer cas i la freqüència de la memòria idèntica, a l'augmentar el BCLK augmentàvem alguns altres components menys anomenats com per exemple la mateixa memòria cache del mateix processador o altres components que no tenen multiplicador específic no són capaces d'augmentar la freqüència com el BCLK ha realitzat i per tant l'ordinador no pot iniciar i cal canviar la configuració.

### 2.1.5.-Freqüència final : Conclusió

En conclusió, és més òptim augmentar el multiplicador del component per augmentar la freqüència d'un d'aquest que augmentar la freqüència general o FSB. No obstant això, en alguns casos en l'*overclock* extrem es fa una combinació dels dos per arribar a la màxima freqüència, però no es gaire recomanable.

Sintetitzant tot l'apartat, la freqüència final del component esta determinada per l'oscil·lador de cristall, el circuit PLL exterior i el circuit PLL interior o multiplicador. Aquest apartat no té en compte ni els límits de la freqüència del component ni com aquesta l'afecta, tant sols com nosaltres l'hi establím i podem modificar aquesta.





Editar Información

Imatge 18: Esquema personal que representa l'obtenció de les diferents freqüències dels components d'un ordinador en una placa base actual. Aquest esquema està situat a la fotografia del PCB detallat d'una placa on es poden observar dels principals sockets i components d'una placa, d'aquesta manera podem relacionar cada component rellevant amb la seva freqüència, funció i posició.

## 2.2.-Determinació del voltatge del component:

Per realitzar un overclock considerable és necessari modificar el voltatge proporcionat al component. Per això és rellevant dedicar un apartat a explicar com es proporciona aquest voltatge al component.

### 2.2.3.-La font d'alimentació:

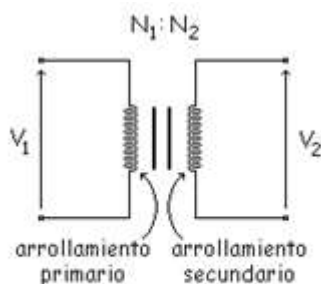
El primer element en modificar el corrent elèctric perquè aquest sigui apte pels components és la font d'alimentació. Aquest component transforma la contínua alterna comuna (CA) de 220-240V en corrent continua (CC) +12V,+5V i +3.3V principalment. Aquesta primera fase requereix un component del PC dedicat, ja que la transformació de CA a CC és poc eficient i requereix bastants components electrònics. Aquesta consta bàsicament de quatre components per fer la seva funció:

#### 2.2.3.1.-Transformador d'entrada:

La seva funció és modificar la tensió de l'electricitat d'entrada (220V) a una més adequada. Aquest consta d'un circuit de dos atropellaments elèctrics (N1 i N2) connectats mitjançant energia magnètica. El voltatge proporcionat (V2), és el voltatge inicial (V1) multiplicat per la relació entre les espires de la primera bobina i la segona.

$$V1 = V2 * (N1/N2)$$

Així doncs el V1 es 220V i el V2 és el 20V, voldrà dir que el N1 te 11 vegades més espires que N2.

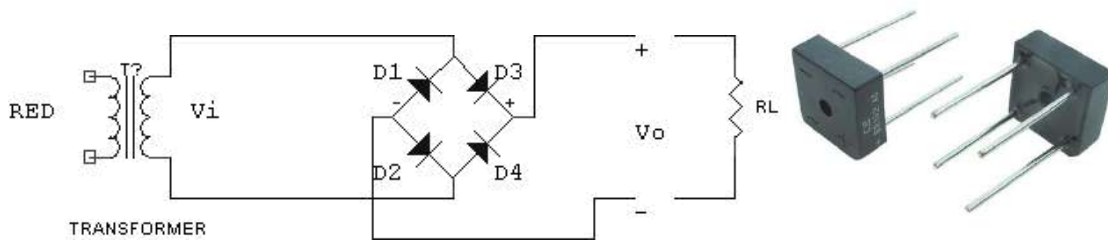


Imatge 19: Esquema d'un transformador d'entrada bàsic. "Arrollamiento = bobina"

$N_1$  = Número de espiras o vueltas del primario  
 $N_2$  = Número de espiras o vueltas del secundario

### 2.2.3.2.-Rectificador a díodes:

La funció d'aquest component és transformar l'electricitat alterna en contínua. La part més important d'aquest sol ser el rectificador en pont, aquest és capaç de transformar, mitjançant una mena d'interruptors anomenats díodes, tots el voltatges negatius en positius, aquest procés es realitza mitjançant una mena de polsos que determinen el voltatge d'aquest corrent.



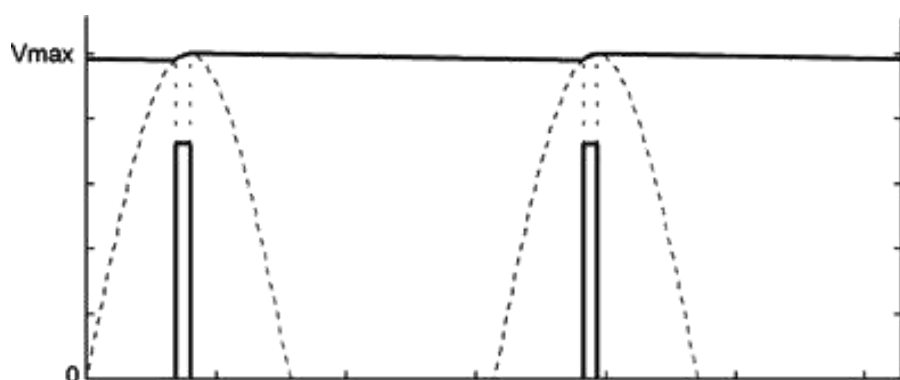
Imatge 20: Esquema elèctric d'un rectificador en pont comú. D1, D2, D3 i D4 son els díodes anomenats anteriorment.

Imatge 21: Aspecte físic d'un pont rectificador actual.

### 2.2.3.3.-El filtre:

La tensió de la corrent que proporciona el rectificador no és constant, s'obté mitjançant polsos i per tant té oscil·lacions així que encara no és adequada per cap component electrònic, és per això que el següent component és un filtre. El filtre més utilitzat és el filtre de condensador d'entrada. Aquest funciona recarregant cada pic o pols de tensió de l corrent per tal d'anivellar-la. El filtre de condensador d'entrada (condensador) es carrega amb l'electricitat provinent del rectificador i es descarrega deixant un corrent més continu i fiable. Només en el moment en què el condensador es carrega el díode o rectificador de pont anterior proporciona electricitat, després aquest l'allibera fins que arriba el següent pols del rectificador i torna a començar el procés.

D'aquesta manera, si tenim uns condensadors d'un mida superior, el corrent proporcionada per aquest serà més estable, ja que després de cada pic de corrent aquesta és mantindrà constant més fàcilment, no obstant, això també implicarà que els díodes anteriors hagin de proporcionar més corrent per carregar el condensador més ràpidament mantenint la mateixa quantitat de polsos.



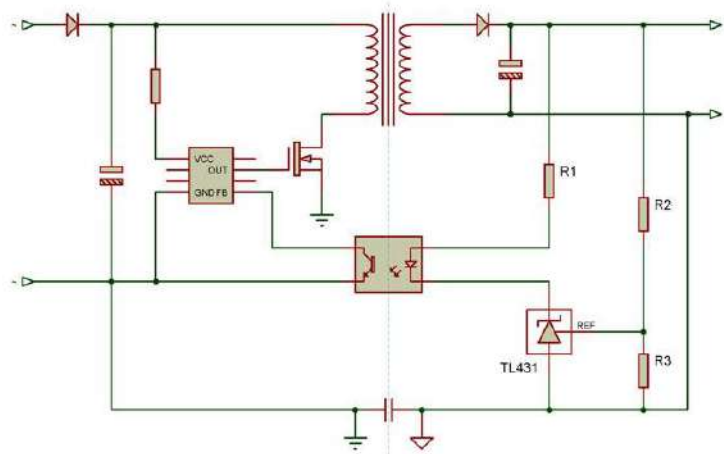
Imatge 22: Esquema del voltatge de la corrent. La línia discontinua representa els pics de voltatge de la corrent després del rectificador de díodes i els rectangles representen els "polsos" que aquest proporciona. La línia contínua representa el voltatge anivellat després de passar pel condensador d'entrada.

Imatge 23: Aspecte físic d'un condensador d'entrada típic.



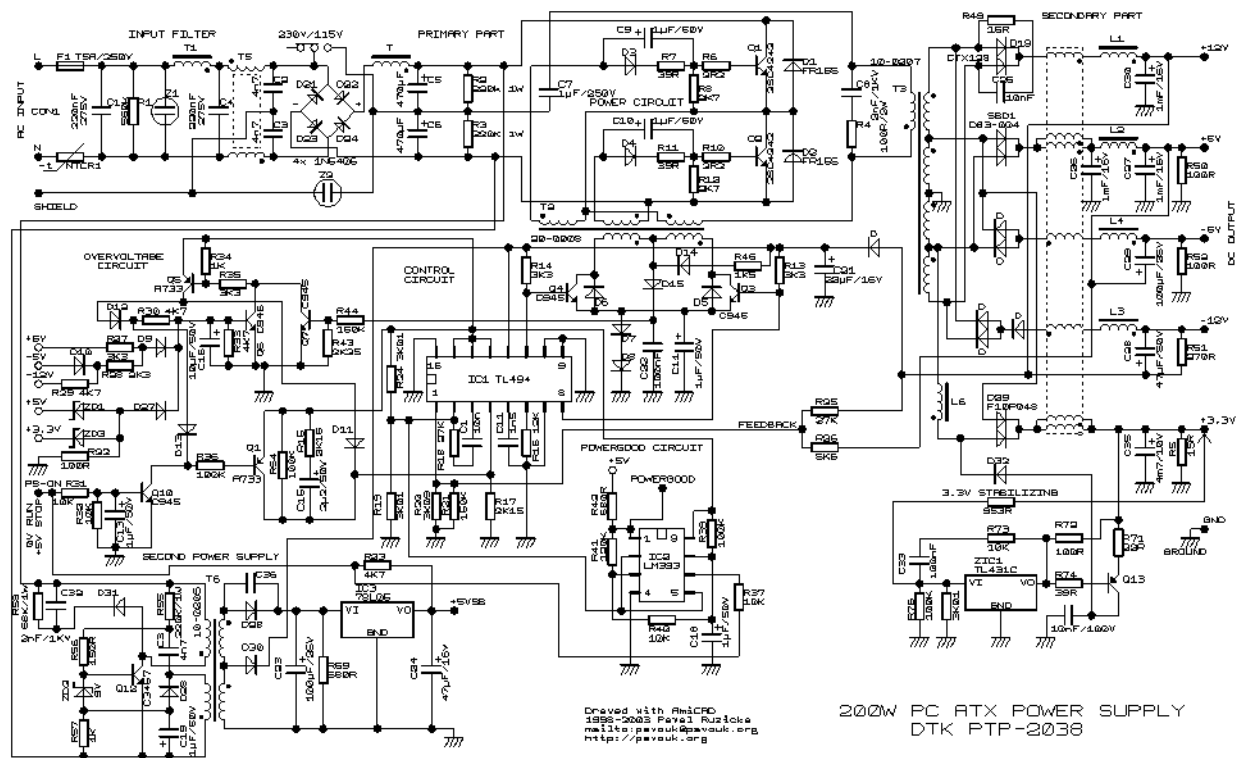
#### 2.2.3.4.- El regulador:

Finalment l'últim component de la font és el regulador, aquest s'encarrega de mantenir el voltatge final desitjat constant, encara que hi hagués lleus canvis en el voltatge d'entrada. Hi ha diferents tipus de reguladors, principalment lineals i commutats, en aquest cas ens centrarem en els commutats, ja que són els més eficients i utilitzats en les fonts d'alimentació actuals. El concepte bàsic d'una font commutada es diferencia en la part final, el regulador. Aquest funciona de la següent manera, medeix el voltatge total proporcionat i si aquest no és l'adequat varia el senyal del PWM, (senyal que determina els polsos que realitza el rectificador en pont de la segona fase, mencionat el l'apartat anterior (2.2.3.2)\*) d'aquesta manera canvia el número de polsos que realitza el rectificador en pont i així també el voltatge final proporcionat.



Imatge 24: Esquema d'un circuit de regulació bàsic. Si per exemple el voltatge que s'està proporcionant es 5V, les resistències R2 i R3 seran idèntiques així proporcionaran 2,5V a "REF". En canvi si el valor de "REF" és superior a 2,5V voldrà dir que la corrent provinent del rectificador a díodes (apartat 2.2.3.2)\* és incorrecta. Així que el circuit central anomenat TL431 (situat a la part inferior del esquerre del circuit) enviarà una senyal de corrent al optoacoblador (situat al centre del esquema) i finalment aquest enviarà una senyal modificada al PWM perquè així aquest redueixi el nombre de polsos que realitza el rectificador disminuint així el voltatge i recuperant els 2,5V inicials i per tant els 5V de sortida.





Imatge 25: Esquema del circuit complet d'una font ATX de 200W, el funcionament d'aquest és pràcticament igual al mencionat, però àmpliament evolucionat, ja que com poder observar que proporciona 5 tipus de voltatges diferents; 3.3V, 5V, 12V, 12V, -5V i -12V.

#### 2.2.3.4.- Conclusions i relació

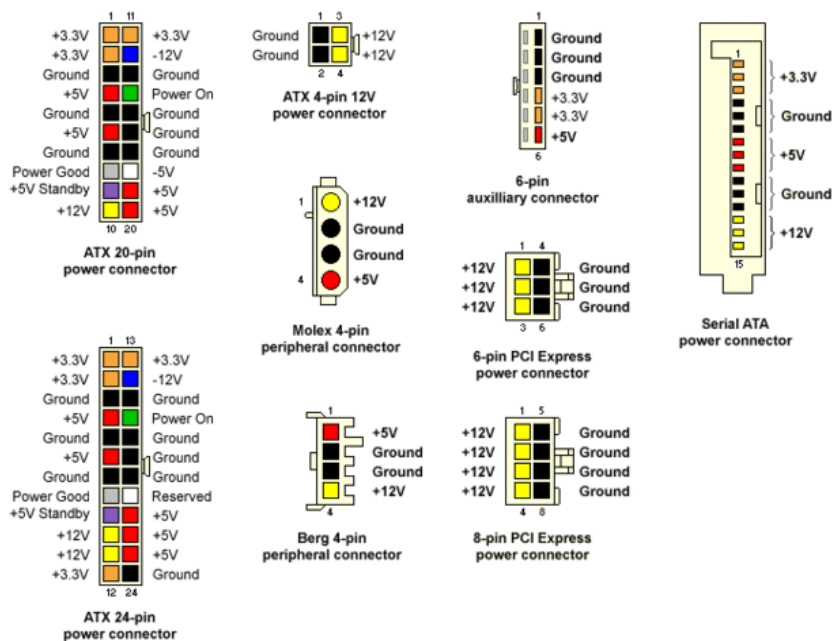
Mitjançant l'evolució i la complicitat d'aquestes 4 fases de funcionament bàsiques s'ha desenvolupat la font d'alimentació ATX, la més utilitzada avui en dia, aquesta consta de diferents rails, cadascun d'aquest proporcionen voltatges diferents, que són bàsicament els 3 tipus de voltatges mencionats anteriorment:

El voltatge de +12V, és el més important en els PC actuals, ja que s'encarrega de proporcionar el corrent a la CPU i a la GPU, que normalment són els dos components que necessiten més corrent i, per tant, aquest sempre serà el voltatge que necessitarà més Ampers i components de més qualitat i capacitat. El voltatge de +5V (Cable vermell), s'utilitza per funcions més superficials com circuits electrònics de disc durs i unitats CD/DVD, motors de baix voltatge, algunes targetes PCI, reguladors de voltatge..

El voltatge de +3.3V, s'utilitza bàsicament per la memòria RAM, el chipset i altres xips interns.

Algunes fonts també utilitzen voltatges de -12V i -5V però en l'actualitat són gairebé inexistents i sense cap relació directe amb el tema tractat.

Cada raíl de la font d'alimentació proporciona una quantitat determinada d'Ampers, que depenen dels components de la font d'alimentació i la qualitat d'aquests. Per això és important fixar-se en la potència final determinada pel fabricant del carril de 12V a l'hora de determinar si una font és adequada per realitzar overclock, ja que a l'augmentar el voltatge proporcionat al component, ocasionarà un augment dels Ampers que aquesta font ha de proporcionar en el carril de 12V majoritàriament, ja que les practiques d'overclock més comunes i efectives es realitzen a la CPU i a la GPU i aquestes s'alimenten pel carril de 12V de la font com ja hem mencionat anteriorment.



Imatge 26: Connectors principals d'una font d'alimentació ATX, els "ATX 20-pin" i "ATX 24-pin" són els dos tipus de connectors principals de la placa més utilitzats en les plaques bases actuals, tenen tota mena de voltatges ja que reparteixen aquests entre la majoria dels components, la placa només utilitza el de 12V per alimentar el conector PCIe, la gràfica. El connector "ATX 4-pin", el "8-pin PCI Express" i el "6-pin PCI Express" funcionen a 12V, ja que el primer nombrat alimenta la CPU i el segon i el tercer complementen l'alimentació de la gràfica a part del propi connector PCIe. Per altre banda, els altres connectors són per altres components perifèrics que utilitzen diferents voltatges, com per exemple el "Serial ATA", per disc durs, utilitza 12V per el motor d'aquest i els de 3,3V i 5V per la resta del sistema.

Finalment, per fer-nos una idea calcularem aproximadament dels Ampers màxims que necessitaríem en el cas de realitzar un overclock moderat en un equip:

L'equip escollit per realitzar el càlcul és el següent:

Processador: i5 2500k, Targeta Gràfica: SAPPHIRE NITRO+ RX 480, Placa Base: Gigabyte P67A-UD3P, Memòria RAM: 2x8GB RAM G.Skill Ripjaws, Disc Durs: Seagate Barracuda 1TB + Kingston UV400 120GB, Ventiladors: 140mm x 1 + 120mm x 5

Per calcular el consum màxim del PC en centrarem en el voltatge de +12V, ja que és el voltatge que es veu limitat en pràcticament tots els casos actuals.

El consum mitjà d'una placa al carril de 12V és pràcticament inapreciable, tot i això li atorgarem un màxim de 20W.

El fabricant determina que el processador consumeix uns 95W de estoc. En els processadors moderns es determina que el consum augmenta un  $\frac{2}{3}$  de l'augment de freqüència originat al processador (aquesta mesura és molt aproximada i òbviament només ens serveix per calcular la potència que necessitaríem aproximadament). Així que si l'overclock que realitzem és de 3,7ghz a 4,7ghz, un augment moderat, l'augment del consum ascendiria un  $[(4,7-3,7)/3,7]*\frac{2}{3} = 0,1802 * 95 = 17,117W$ , per tant el consum augmentarà fins a 112,117W a 4,7ghz.

Per altra banda, la gràfica té un consum establert pel fabricant de 150W a una freqüència de 1266MHz, en aquest cas es considera que l'augment de consum és només el  $\frac{1}{3}$  de l'augment de la freqüència, ja que el consum d'aquesta es basa en el numero de nuclis gràfics i no en la seva velocitat (òbviament aquest càlcul tindrà la mateixa validesa que en el cas anterior, purament orientativa). Doncs bé, si augmentem la freqüència a de 1266MHZ a 1450MHZ el consum augmentarà.

$[(1500-1266)/1266]*\frac{1}{3} = 0,0616*150 = 9,2417W$ , per tant el consum augmentarà fins a 159,24W a 1500Mhz.

El disc durs i els ventiladors consumeixen un màxim de 40W i el seu overclock (en el cas del disc SSD) és poc eficaç, així que el seu augment de corrent és inapreciable.

La memòria RAM entre altre component utilitzen voltatges de 3,3V i 5V així que en aquest càlcul no la tindrem en compte.

El consum màxim final del carril +12V és:

-Amb les freqüències de fàbrica:  $20W + 95W + 150W + 40W = 305W$

$305/12 = 25,416A$

-Amb un overclock moderat:  $20W + 112,117W + 159,24 + 40 = 331,357W$

$331,357/12 = 27,613A$

Gràcies a aquest petit experiment podem afirmar que si realitzem overclock necessitarem una font amb una major capacitat de Ampers en el carril +12V majoritàriament. I així establím un dels primers límits de l'overclock, la corrent de la font d'alimentació.

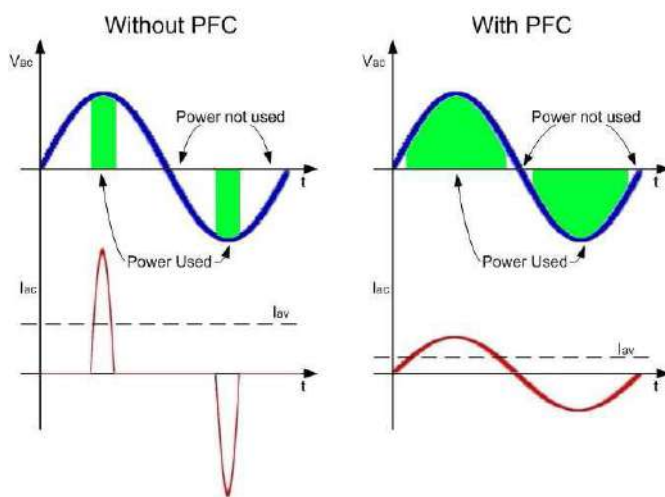
Una altra limitació no tan comú és causada pels mateixos connectors. Quan els connectors de la font que se li atorguen a aquell component no són suficients encara que la font tingui prou potència. Per exemple, si tenim una gràfica que de fàbrica consumeix 150W i aquesta s'alimenta d'un connector de 6 pins que li proporciona 75W i el connector PCIe de la mateixa placa base que li proporciona 75W voldrà dir que l'overclock d'aquesta gràfica estarà molt limitat, ja que el seu consum màxim serà el de fàbrica, 150W, encara que la font l'hi pugui proporcionar molts més, per sort aquesta limitació no és molt habitual i menys en processadors.

La qualitat de la font també determinarà el ripple o l'estabilitat d'aquest voltatge de 12V final, si la font no és de bona qualitat, no tindrà un ripple baix i per tant el voltatge serà menys estable quan augmentem el consum en realitzar overclock. Si això succeís podria ocasionar que la CPU necessités un voltatge més alt per arribar a la mateixa freqüència a causa de la inestabilitat de la mateixa font.

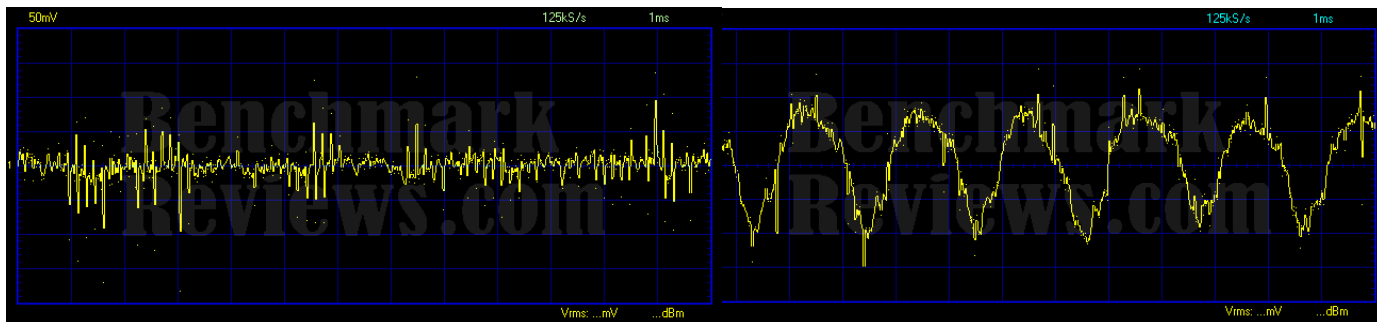
L'eficiència, la diferència entre el corrent que se li subministra i el corrent que aquesta proporciona, és també un factor important, encara que aquesta no afecti directament a l'overclock en si.

El PFC de la font hauria de fer actiu, ja que és aquell que el seu funcionament li permet tenir un voltatge més estable, adaptar el voltatge d'entrada a la font automàticament i a més a més són les més eficients.

Per això sempre es recomana una font de marca reconeguda, que tingui uns components interns de qualitat amb controls i garanties fiables, que tingui PFC actiu o com a mínim passiu i que sigui capaç de proporcionar els Ampers necessaris pel nostre equip en les condicions a què el sotmetrem. També es recomana que tingui una bona eficiència energètica i una àmplia garantia del fabricant, ja que són signes que la font és de qualitat.



Imatge 27: Comparació del funcionament del PFC actiu o passiu, gràcies al controlador PFC el voltatge és molt més estable, s'adapta molt més fàcilment al voltatge d'entrada i aquest s'aprofita molt més.

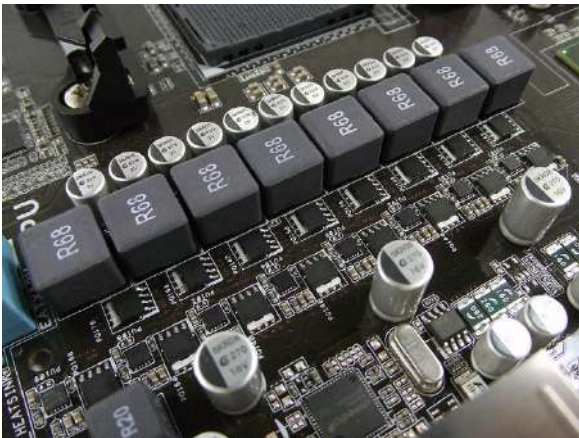


Imatge 28: Comparació del voltatge de sortida de la font d'alimentació Mushkin HP-580AP Modular 580W , en la primera imatge els components sols utilitzen part de la seva potència (idle) i per tant requereixen poca càrrega a la font, en canvi, en el segon els components utilitzen el 100% de la seva potencia i per tant requereixen molta més càrrega de la PSU. En el primer cas la variació de voltatge és només de 24,9mV, més que acceptable, però quan se li exigeix més aquesta augmenta fins a 61,0mV, considerablement alta. En aquest cas la font d'alimentació té PFC actiu, una bona certificació d'eficiència i uns components interns qualificats, s'hi realitzem overclock i la font no posseeix la majoria d'aquestes característiques podria ser que aquest efecte d'oscil·lació del voltatge augmentés de manera preocupant en exigir el 100% de la potència, ja que requeriríem més ampers d'aquesta, fins a ocasionar perjudicis irreversibles als nostres components.

## 2.2.4.-VRM

### 2.2.4.1.-Introducció i funció del VRM:

El voltatge estable establert per la font d'alimentació, 3,3V, 5V i 12V bàsicament, no és encara apte per la majoria dels components electrònics del nostre ordinador, és per això que existeix aquest últim component, el VRM o voltage regulator module. La funció del VRM és transformar aquest voltatge proporcionat per la font d'alimentació en un voltatge més baix, i per tant alhora uns amperers més elevats. En qualsevol ordinador actual existeixen un munt de components que transformen la pròpia corrent de la font en una amb el voltatge finalment desitjat. El més essencial i important d'aquests es el VRM, ja que és l'encarregat de modificar el voltatge per la CPU i la GPU, els dos components que normalment consumeixen més i necessiten un voltatge més precís del PC. En el cas de la CPU aquest es troba en la placa base, en canvi, en la GPU es troba en el sobre el mateix PCB de la targeta gràfica.



Imatge 29: Components del VRM d'una placa base ASUS M5A97, encarregat d'alimentar la CPU.



Imatge 30: Components del VRM de la targeta gràfica MSI GeForce GTX 970 Gaming 4GB, encarregant d'alimentar el nucli i les memòries de la GPU.



### 2.2.4.2.-Components del VRM:

1.-Díodes: Són la primera fase del VRM i tan sols s'encarreguen de subministrar la corrent al component i que aquesta circuli sempre en el mateix sentit.

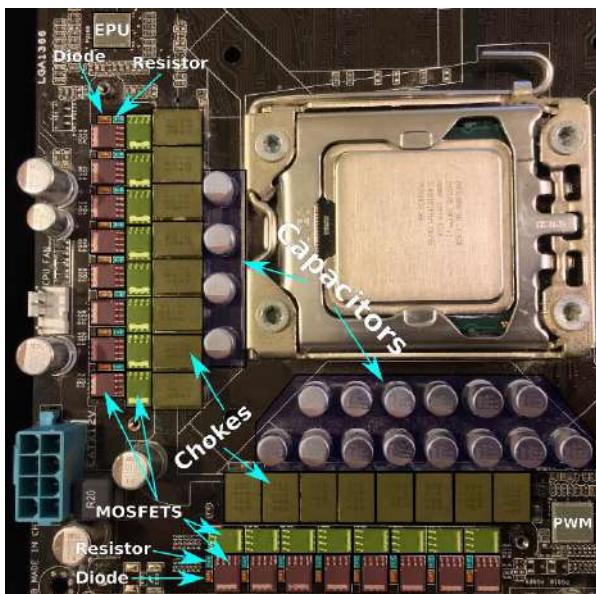
2.-Resistències: S'encarreguen d'assegurar-se que la corrent que arriba no sigui més alta d'uns certs valors, en cas que ho sigues, la corrent sobrant es transforma en calor.

3.-Mosfets: Els mosfets o Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor són els component essencial en els VRM, aquest s'encarreguen de transformar el voltatge d'entrada a aquell que el mateix processador l'hi ha requerit.

4.-Bobines: Estabilitzen el voltatge provinent dels mosfets per tal que la oscil·lació del seu voltatge sigui pràcticament inexistent. Generalment, com més fases d'aquestes hi hagi més estable serà la corrent final.

5.-Condensadors: S'encarreguen d'emmagatzemar la corrent durant uns períodes determinats i prevenir augments de tensió.

6.-Controlador PWM: Controla el voltatge



Imatge 31:

- 1.-Díodes = "Diode"
- 2.-Resistències = "Resistor"
- 3.-Mosfets = "Mosfets"
- 4.-Bobines = "Chokes"
- 5.-Condensadors = "Capacitors"

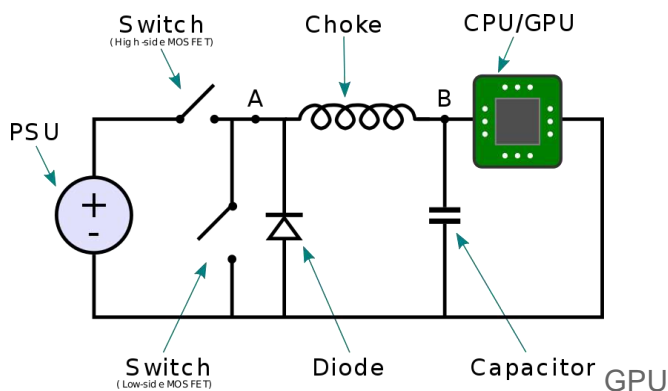
### 2.2.4.3.-Funcionament del VRM:

El circuit electrònic més comú del VRM es denominant “convertidor buck” i conté el següents components:

La PSU, que proporciona un voltatge de 12V.

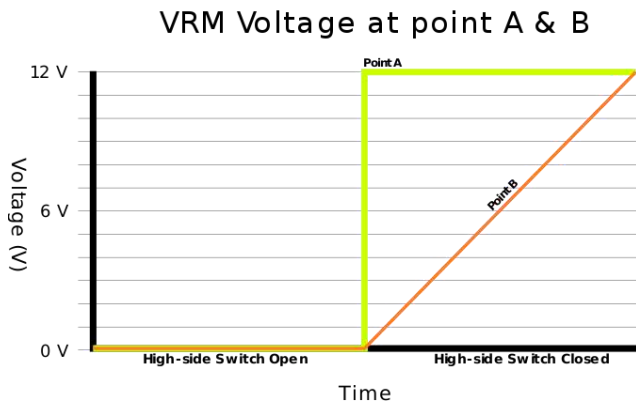
Dos mosfets, un denominat a la imatge amb la lletra A, el qual fa la funció d'un interruptor i un altre denominat B fa d'inductor, és a dir, emmagatzema electricitat durant un període determinat.

Disposem també d'un altre interruptor, un díode, un condensador i el processador o la gràfica que volem alimentar.



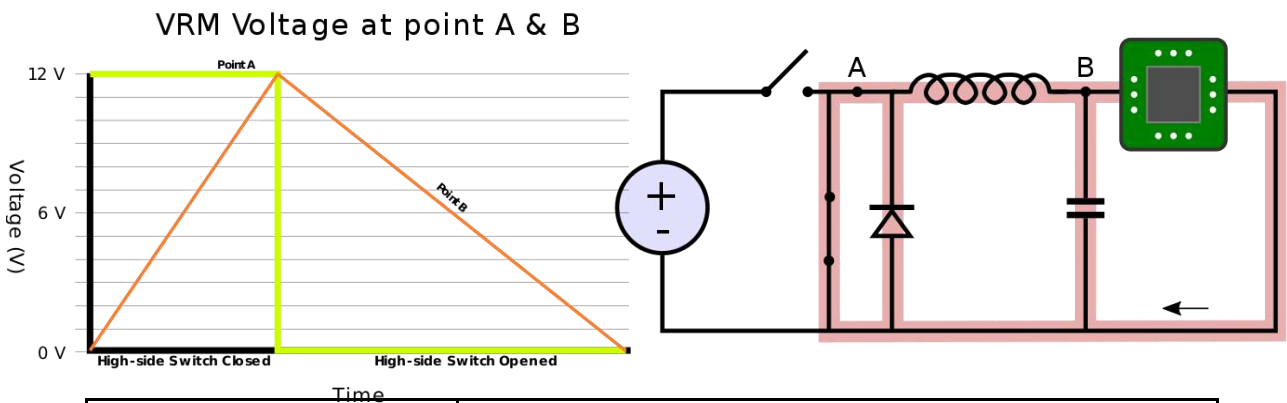
Imatge 32: Circuit electrònic bàsic d'un VRM.

En la primera etapa el mosfet A deixa passar la corrent de 12V, el mosfet B realitza la seva funció d'inductor, emmagatzema el corrent de manera que realitza una caiguda de tensió a l'electricitat proporcionada començant des de 0V fins que aquest es carrega totalment i torna a proporcionar 12V.



Imatge 33: Evolució del voltatge en la primera etapa de les fases A i B.

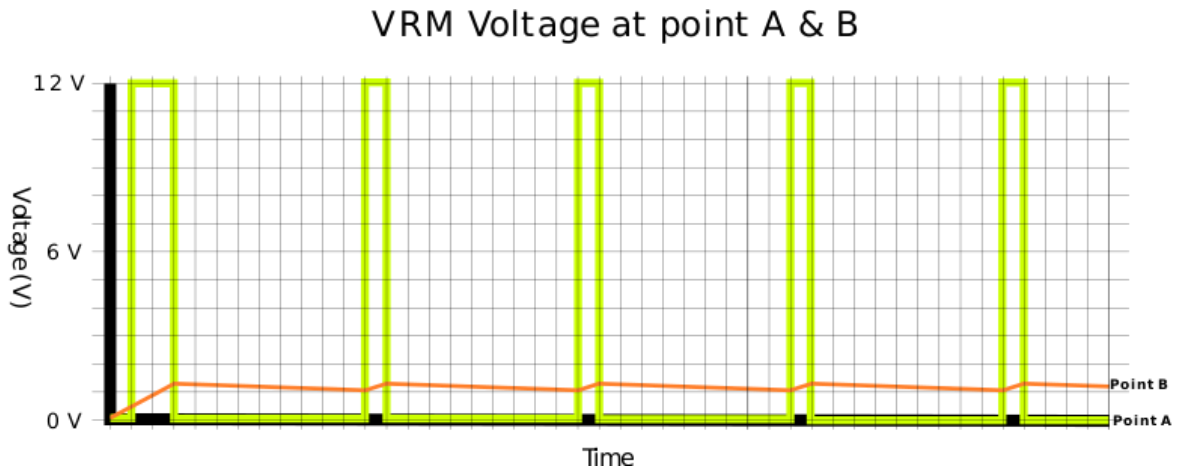
En la segona etapa el mosfet A s'obre i deixa de passar corrent de 12V, d'aquesta manera aquest descendeix un altre cop fins a 0V amb l'electricitat que havia emmagatzemat a l'inductor o mosfet B.



Imatge 34: Evolució del voltatge a la segona etapa en les fases A i B.

Imatge 35: Durant aquesta segona etapa una part de l'interruptor A es tanca per tancar el circuit i així reduir les pèrdues d'electricitat que suposaria passar pel díode.

Mitjançant la correcta combinació d'aquestes dues fases aquest circuit és capaç de transformar el voltatge d'entrada en el voltatge que se l'hi ordeni, per exemple si necessitem un voltatge de 1,2V, el circuit haurà de tallar el corrent proporcionada a l'inductor quan aquests 1,2V s'assoleixin a la fase B del circuit; tot seguit el condensador descarrega el corrent absorbida fins que es torna a carregar i s'inicia el procés de nou.

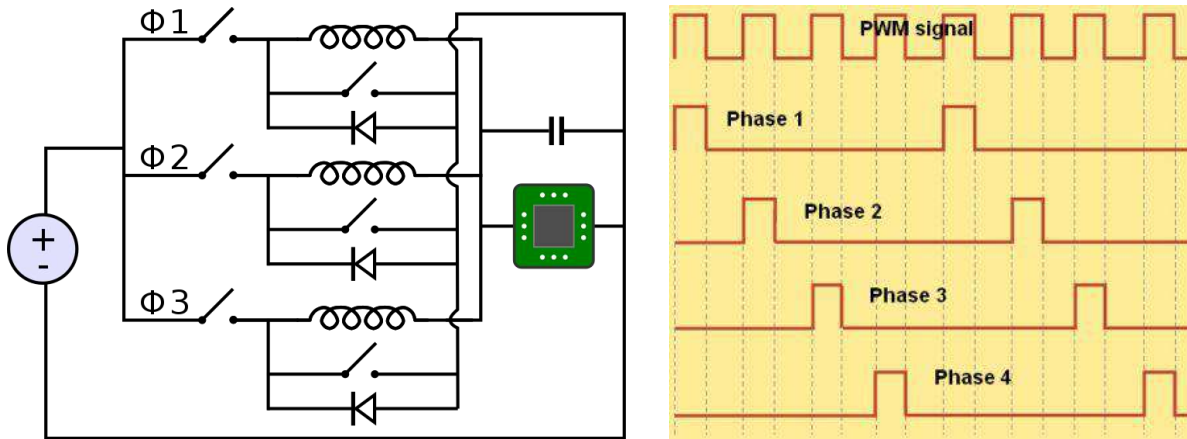


Imatge 35: Voltatge final que proporciona el VRM, el traçat del "point B" és el voltatge finalment proporcionat i el traçat del "point A" fa referència al període en què es carrega el condensador, també conegut com a "cicle de treball"; si aquest representa un 10% del temps total, el voltatge proporcionat serà 1/10 part de l'inicial, transformaria 12V en 1,2V.

El temps en l'apertura del mosfet A i, per tant, del cicle de treball i de tot el sistema és controlat per un controlador PWM, que és capaç de representar digitalment una senyal analògica com el voltatge i d'aquesta manera és capaç d'avaluar el nivell d'aquest i establir la posició correcta del mosfet A per tal de garantir el voltatge més afí a aquell que demana l'usuari.

Aquesta és el funcionament més comú d'un VRM d'una sola fase, però la majoria d'aquests tenen 3 o més fases, sobretot aquells dedicats a nuclis d'alt consum com el d'una CPU o una GPU, per tal de millorar la seva eficiència i estabilitat.

Un VRM “multifàsic”, de més d’una fase, funciona de la mateixa manera però aquestes es van alternant de manera que quan una es carrega les altres es descarreguen.

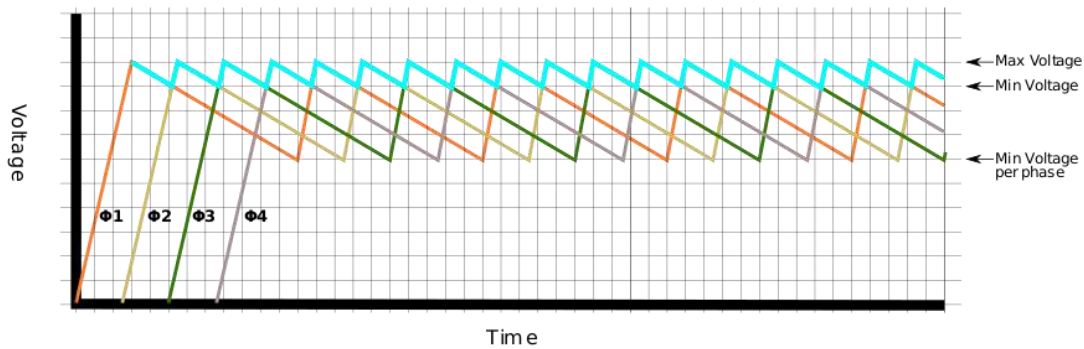


Imatge 36: Circuit electrònic d’un VRM “multifàsic”.

Imatge 37: Càrregues equitatives de les diferents fases ordenades per la senyal del PWM.

Com que les fases treballen sempre totes de manera superposada la corrent proporcionada mai sobrepassa el voltatge desitjat, no obstant l’inevitable inestabilitat d’aquest es redueix ja que la caiguda de voltatge entre càrrega i càrrega es disminueix.

## VRM Phase Voltages



Imatge 38: Representació del funcionament d'un VRM de 4 fases. Quan una fase es carrega totes les altres es descarreguen d'aquesta manera el voltatge final (representat de color blau) decau molt menys, ja que quan una fase és carregada i comença a descarregar-se i a disminuir el voltatge és ajudat per una altra fase que es carrega i per tant augmenta el voltatge. D'aquesta manera l'oscil·lació del voltatge final es redueix molt a l'augmentar les fases, però no proporcionalment; quan passem d'1 a 2 fases la reducció és considerablement més alta que quan passem de 3 a 4.

El corrent proporcionada és equitativament repartida entre les diferents fases. D'aquesta manera aquestes poden proporcionar intensitats més altes de corrent, reduir les seves temperatures i augmenta el seu cicle de vida. Un altra tècnica per reduir l'estabilitat del voltatge és augmentar la freqüència en què aquestes fases es descarreguen i es carreguen, però llavors l'eficiència d'aquestes disminueix, ja que el PWM ha d'ordenar carregar i descarregar més freqüentment, és per això que algunes targetes gràfiques especialitzades en overclocking tenen opcions que mitjançant software permeten augmentar aquest procés i així la seva estabilitat.

#### **2.2.4.4.- Conclusió i relació:**

La qualitat del VRM és una de les parts més essencials del nostre ordinador a l'hora de fer overclock ja s'encarrega de proporcionar el corrent final al component i després d'estudiar-ne el funcionament hem reafirmat aquesta declaració. Així que aquest és la segona limitació esmentada de l'overclock, si no comptem amb un vrm de prou categoria pot ser que no pugui proporcionar el corrent suficient per al nostre component, més enllà de la inestabilitat d'aquest ja esmentat. Per això hi ha diferents característiques que ens permeten observar si un VRM és adequat o no ho és per l'overclock que l'hi volem exigir. El més precís per veure si aquest és suficient seria informar-nos dels models exactes dels seus components, especialment de les seves bobines i dels seus condensadors i calcular la potència màxima que aquests poden desenvolupar, no obstant això, els fabricants no solen proporcionar aquest tipus d'informació així que hi ha altres característiques o tècniques per determinar-ho.

La primera característica i la més important i accessible és el número de fases d'aquest, normalment aquest ve determinat d'un número seguit d'un altre sumant, per exemple 4+1, 6+2 o 12+4, el primer número es refereix el nombre de fases encarregades d'alimentar al mateix nucli o processador i el segon el número de destinades a la memòria RAM o a altres busos del sistema. A causa del seu funcionament sabem que com més fases és més favorable a l'hora de fer overclock, no obstant això, si es tracta d'un equip de gama intermèdia només necessitaríem 2 o més fases destinades a la RAM ja aquestes tindrien un consum màxim d'uns 7W per mòdul, gairebé insignificant; i un mínim d'unes 4 fases pel processador en cas que volguéssim realitzar overclock, ja que el seu consum rondaria els 100W en alguns casos.

La segona característica important és fixar-se en el dissipador que aquest té, si el VRM està preparat per proporcionar una alta corrent, tindria un dissipador en condicions per aïllar l'alta l'escalfor produïda per aquest. Els VRM més senzills no disposen de dissipadors o de simples peces acollades d'alumini, en canvi aquells destinats a overclock solen tenir estructures més desenvolupades i voluminoses amb gran quantitat de planxes, d'alumini o de coure que reparteixen l'escalfor o fins i tot alguns posseeixen heat pipes que aïllen ràpidament l'escalfor.

La tercera característica és veure la qualitat dels condensadors, aquests són una de les parts més importants del circuit del VRM i , les que pateixen més calor i estrès, és per això que és important que aquests siguin de classificats com sòlids i de procedència japonesa s'hi volem realitzar overclock, ja que la seva durabilitat i temperatura de treball màxima és molt superior a altres models provinents de la China o altres països.

Finalment ja que totes aquestes característiques són aproximades, hi ha la possibilitat que sistemes de menys fases siguin superiors a causa de la seva qualitat, o que la relació dissipador/VRM sigui desproporcionada o simplement el fabricant no ha dissenyat i desenvolupat bé el producte. També és important dedicar una estona a buscar a Internet anàlisis de webs reconegudes sobre la placa, opinions a "foros", buscar la reputació de la marca i de la sèrie de la placa, la gamma i el chipset de la placa...





Imatge 39: VRM pobre:

VRM de la placa Asus P5G41T-MLX, una placa de gama baixa dedicat a equips senzills.

- 1.-Conta amb unes fases de 3+1, 1 per les memòries i tan sols 3 pel processador.
- 2.-No té cap mena de dissipació passiva.
- 3.-Disposa de condensadors clàssics de procedència desconeguda.
- 4.-Absència de contingut a la xarxa que relacioni la placa amb l'overclock o simplement que nombri el seu VRM.

Imatge 40: VRM d'altres prestacions:

VRM de la placa Asus Maximus IV Extreme una placa base de gama alta dedicada a l'overclocking.

- 1.-Disposa d'unes fases 10+4, 4 fases per tan sols 4 slots de RAM i 10 fases per el processador.
- 2.-Disposa d'un extens dissipador d'alumini que s'uneix al Northbridge de la placa per completar la dissipació.
- 3.-Disposa de condensador japonesos capaços de treballar a més de 100° constantment.
- 4.-Gran varietat d'articles que aproven la placa per l'overclocking i registrada en diferents records d'overclocking, a més a més forma part de la serie Maximus Extreme, de gran reputació.

## **2.3.- La física de l'overclock**

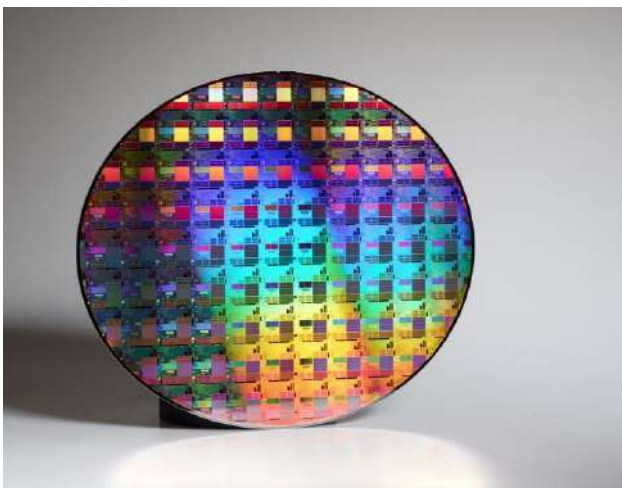
El públic que es beneficia de l'overclock es dedica dia a dia a incrementar aquest marge de rendiment que ens permet augmentar la freqüència i el rendiment dels nostres components, però realment quina n'és la verdadera causa d'aquest? Bé, el fet és que la immensa complexitat en la producció d'aquests xips provoca que cada un d'aquests processadors sigui diferent de l'altre produït amb exactament la mateixa intenció, petites deficiències en el procés de producció o en la puresa dels materials desencadena que aquell xip pugui assolir una freqüència o un altre. Per això l'empresa propietària ha de fixar uns paràmetres mínims que tots aquells processadors que venguin els compleixin. Tots aquells xips que desenvolupin han d'assolir un control de qualitat en els quals s'hi assoleixen una certa freqüència amb un voltatge determinat, ja que després aquests són establerts al mercat amb una freqüència i un TDP (voltatge) determinat; però gairebé segur que aquest no és ni molt menys el rendiment màxim que poden assolir d'aquests processadors, ja que cada nucli d'aquests és diferent, fins i tot cada transistor.

### **2.3.1.-La loteria del Silici**

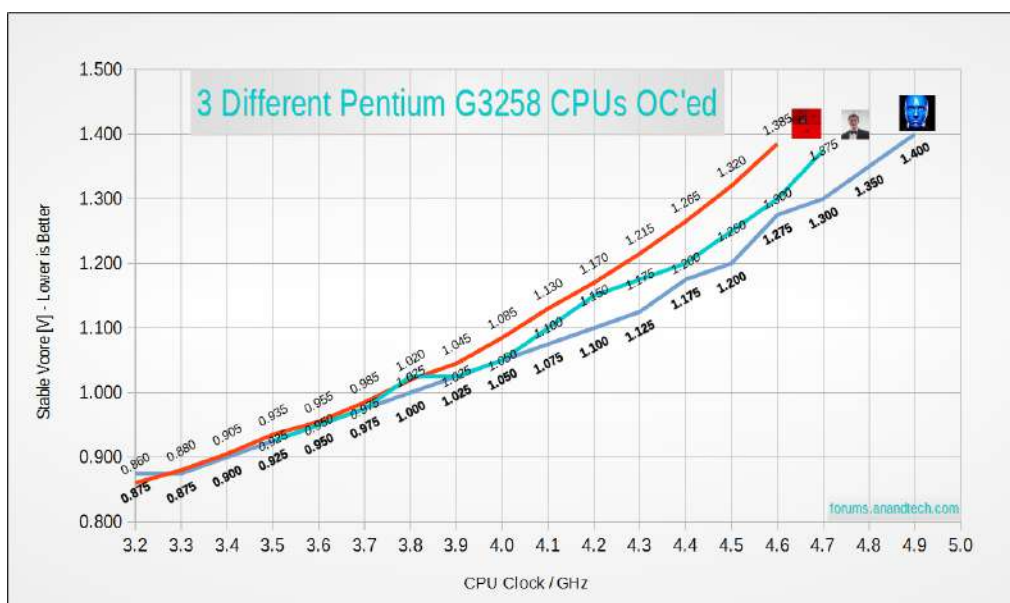
Per entendre realment l'overclock s'ha d'entendre la complexitat que comporta la producció dels xips.

Els processadors moderns estan formats per milions de transistors creats a partir del Silici i els quals mesuren quantitats nanomètriques. El seu procés comença en un dels components més abundants a la Terra, la sorra. Sorra composta per diòxid de silici que és refinada i escalfada a milers de graus fins a obtenir silici pur. Després aquest és tallat en oblees que es poleixen fins a ser extremadament fines i finalment s'hi aplica un químic fotosensible. Mitjançant una llum ultraviolada s'imprimeix el circuit que el fabricant ha dissenyat de cents de processadors sobre aquesta oblea d'uns 90 cm de diàmetre. Les oblees són submergides en un dissolvent fins que aquestes només contenen el gravat per la llum ultraviolenta. Després una altra màquina procedeix a "bombardejar" el circuit incrustant així ions. Canvien la manera en què l'electricitat circulava i creen així els transistors dintre el circuit, aquests són la base de tots els càlculs del processador. Finalment aquests són units mitjançant microscòpics "cables

de coure" mitjançant la mateixa tècnica amb la llum ultraviolenta però amb capes per evitar que tinguin contacte entre ells. La manera en què aquests transistors i "cables" estan organitzats és conegut com l'arquitectura del component o processador, i a cada model d'aquest el fabricant en desenvolupa una o un altre que finalment és un dels principals paràmetres implicats en què el model del component assoleixi una freqüència i overclock de mitjana o un altre. Tenint en compte la complexitat de tot aquest procés cap de tots els processadors del mateix model es finalment igual, així que com ja em mencionat la companyia estableix uns valors mínims depenent de la seva rendibilitat i situació tecnològica però en la majoria dels casos existeix un gran marge de millora. Per aquesta raó s'anomena la loteria del Silici a aquest factor influent en l'overclock que no pots deliberar, no de la mateixa manera que pots triar la qualitat de la teva font d'alimentació o del teu VRM... En la comunitat d'overclocking s'anomenen "pata negra" aquells processadors que són capaços d'assolir freqüències molt altes amb voltatges molt baixos envers el model que es tracta, aquest són molt valorats i alguns són venuts per preus extremadament més alts que el preu de mercat d'aquests mateixos.



Imatge 41: Oblea de Silici de processadors Intel de transistors de 10nm després de tot el procés. Com més perfecte sigui la oblea més altes seran les freqüències que podran arribar els processadors que se' n extrauran.



Imatge 42: Evolució del voltatge mínim que necessiten 3 processadors "Pentium G3258" per funcionar a unes freqüències determinades. Observem que els 3 processadors necessiten voltatges diferents per assolir la mateixa freqüència, el Pentium representat amb el color blau marí assoleix els 4,7ghz amb tan sols 1,3V, en canvi el Pentium blau necessita 1,375V per aconseguir la mateixa freqüència, mentre que el vermell ni tan sols és capaç d'aconseguir-la. Això ens confirma que tot i que els tres processadors són catalogats com idèntics, ja que han passat els paràmetres mínims de freqüència i voltatge establerts pel fabricant realment no ho són, tot depèn de la loteria del Silici.

### 2.3.2.-Capacitat d'Overclock

Tots els components electrònics són teòricament overclockeables però els marges que ens proporcionen per fer-ho són molt diferents en cada cas. El cas més comú d'overclocking és a la CPU perquè és precisament el que ens proporciona un major marge, per exemple, el rècord mundial de freqüència registrat per CPU-Z duplica el rendiment del processador AMD FX 8350 augmentat 4.0ghz fins a l'escandalosa quantitat de 8.794ghz, òbviament aquest és un cas excepcional en què es van utilitzar sistemes de refrigeració i voltatges extrems, no obstant ens dóna una idea de tot el que és capaç de fer

un processador envers el producte que ens vénen. En canvi el record mundial registrar en la memòria RAM es va realitzar en unes memòries de 4133Mhz fins a 5531Mhz, un augment de poc més del 30% el que ja ens indica que serà un component amb una tendència al overclock més escassa.

Aquesta inclinació és possible que sigui degut al fet que la RAM, a diferència de la majoria de processadors, són creades pràcticament totes a partir de la mateixa base i posteriorment depenen de les proves que són capaces d'aprovar es cataloguen com RAM's d'una freqüència o un altre, així que l'usuari final no té gaire marge per augmentar-ne el rendiment tot hi manipulant el voltatge.

Un altre factor important que modifica la mitjana d'overclock assolida és la mida dels transistors del processador, si aquests són més grans que els d'un altre model (com 45nm) teòricament overclockejarà més, ja que aquests seran més grans, tindran més superfície per dissipar-se i permetrà un voltatge més alt, no obstant, un altre model amb els transistors més petits (com 14nm) necessitarà menys corrent per alimentar-los així que tampoc necessitarà dissipar tanta calor però segurament no serà tant tolerant amb alts voltatges però serà més fàcilment overclockejable amb voltatges baixos. Un factor molt relatiu i amb molta controvèrsia que normalment es comprova mitjançant l'experiència dels usuaris.

No obstant això, la primera causa en la diferència de capacitat d'overclock entre un component o model o un altre sempre sol ser la seva arquitectura interna i la seva complexitat de producció més enllà dels seus protocols de fabricació o estratègies comercials... L'overclock està influït per una infinitat de factors, és per això, que actualment és impossible determinar-ne el resultat o freqüència final assolida. Es busca el rendiment final mitjançant l'aproximació i el tanteig, cada cas s'ha d'estudiar i manipular d'una manera determinada i ajustada.

Per fer- nos una idea sobre quin marge d'overclocking té el nostre component és recomanable consultar la pàgina "hwbot.org" que posseeix un gran registre de gairebé qualsevol component elèctric creat pels mateixos usuaris que experimenten en aquest camp; ens dona informació sobre l'overclock màxim registrat, la mitjana de totes les freqüències enregistrades, puntuacions i proves específiques que han superat amb èxit...

### 2.3.3.-Concordança voltatge i freqüència

Hi ha un paràmetre fonamental a tenir en compte a l'hora de fer overclock hi aquest és el voltatge. Per entendre la relació entre la freqüència i el voltatge és essencial conèixer el funcionament bàsic d'un transistor dintre de la CPU.

Un dels transistors més comunament utilitzat és el transistor NPN, aquest està dividit en tres fases principals, una primera fase d'anomenada "col·lector", la segona "base" i una última "l'emissor".

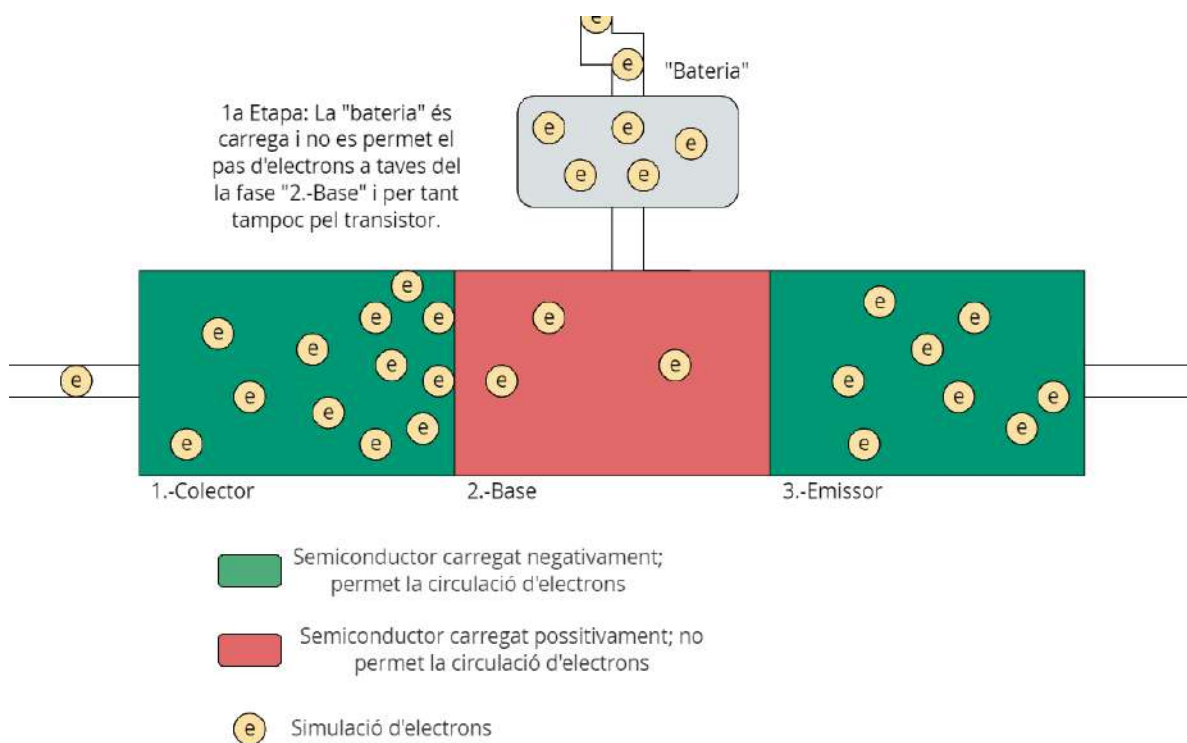
La primera i l'última estan formades a partir del mateix material, d'un semiconductor com el Silici i una capa de cristalls amb impureses formats per Arsénic, Fósfor o Antimoni; aquest material ocasiona que aquestes dues fases estiguin carregades negativament d'electrons, és a dir, tinguin electrons de més.

En canvi la fase intermediària anomenada la base està formada per una material semiconductor també però amb impureses provinents del Boro, que ocasionen que estigui carregat positivament, és a dir, que posseeix una manca electrons.

Quan aquesta fase intermediària es troba en estat positiu no permet la circulació d'electrons a través d'ell i per tant el transistor es menten tancat. És per això que aplicar una certa càrrega d'electrons a la base perquè aquesta es carregui negativament i així permeti la circulació d'electrons a través d'ell, aquesta etapa és coneguda com l'etapa del "dopatge". Cada cop que es realitza aquesta etapa de dopatge es diu que el processador ha realitzat un cicle. D'aquesta manera cada cicle representa un càlcul realitzat pel processador, així que per augmentar la freqüència i el nombre de càlculs que realitza el processador només hem d'accelerar la periodicitat en què es realitza aquesta etapa de "dopatge". Però aquesta pràctica comporta moltes repercussions, a cada un d'aquest transistor existeixen unes "bateries" de mida microscòpica que emmagatzemen corrent que després descarreguen a la fase intermediària perquè permet-hi el pas dels electrons; aquestes bateries es carreguen entre cicle i cicle del processador i la velocitat en què ho fan depèn del voltatge que li apliquem al conjunt del circuit.

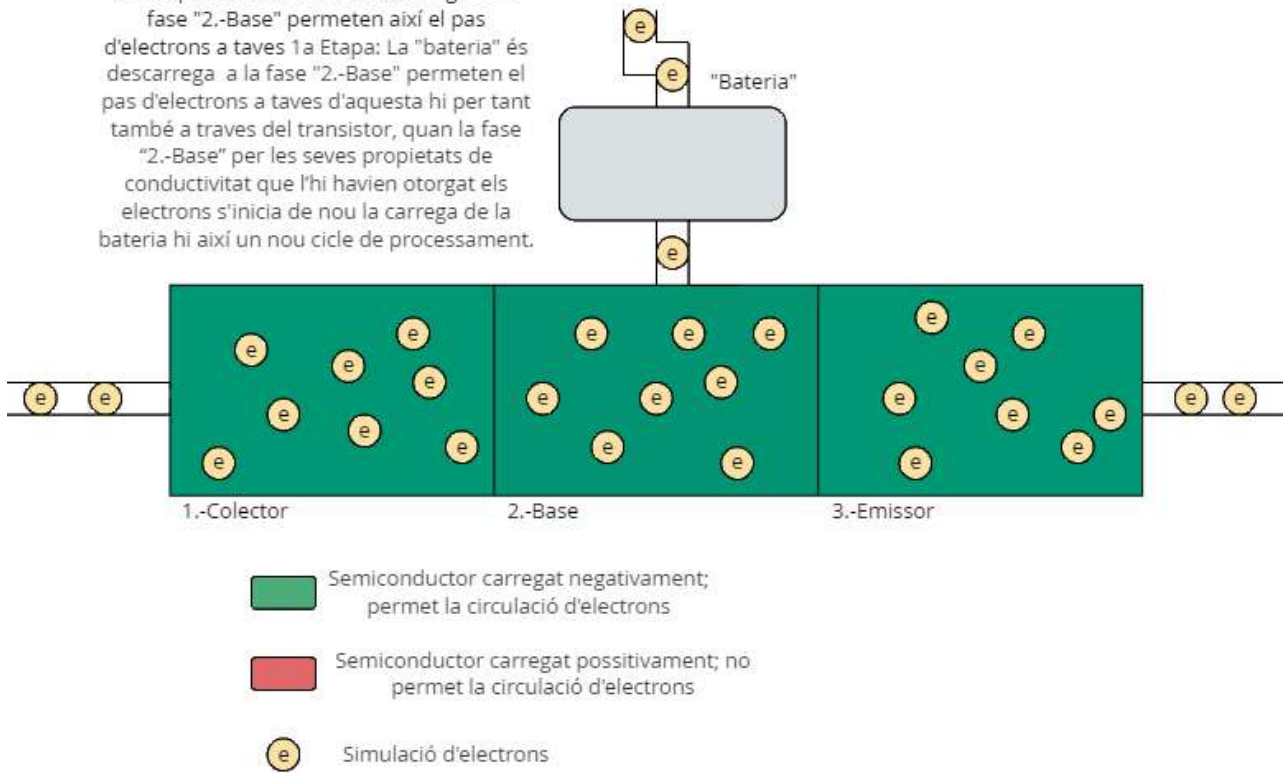
Per tant al augmentar el voltatge facilitat al processador permetem que cada "bateria" de de cada un dels transistors del processador es carregui més

ràpidament disminuït així el temps entre dopatge i dopatge de cada transistor i per tant de cada cicle del processador, permetent així una freqüència més alta augmentant el voltatge proporcionat. Per això si nosaltres demanem al processador que treballi a una freqüència massa elevada per el voltatge que l'hi estem proporcionant aquest iniciarà el nou cicle abans que la "bateria" estigui carregada de nou i el resultat serà un error de càlcul que desencadenarà en un missatge d'error del sistema que ens obligarà a reiniciar el sistema o bé una greu inestabilitat en aquest.





2a Etapa: La "bateria" és descarrega a la fase "2.-Base" permeten així el pas d'electrons a taves 1a Etapa: La "bateria" és descarrega a la fase "2.-Base" permeten el pas d'electrons a taves d'aquesta hi per tant també a traves del transistor, quan la fase "2.-Base" per les seves propietats de conductivitat que l'hi havien otorgat els electrons s'inicia de nou la carrega de la bateria hi així un nou cicle de processament.



Imatge 42 i 43: Fases que un transistor NPN segueix per realitzar un cicle sencer.

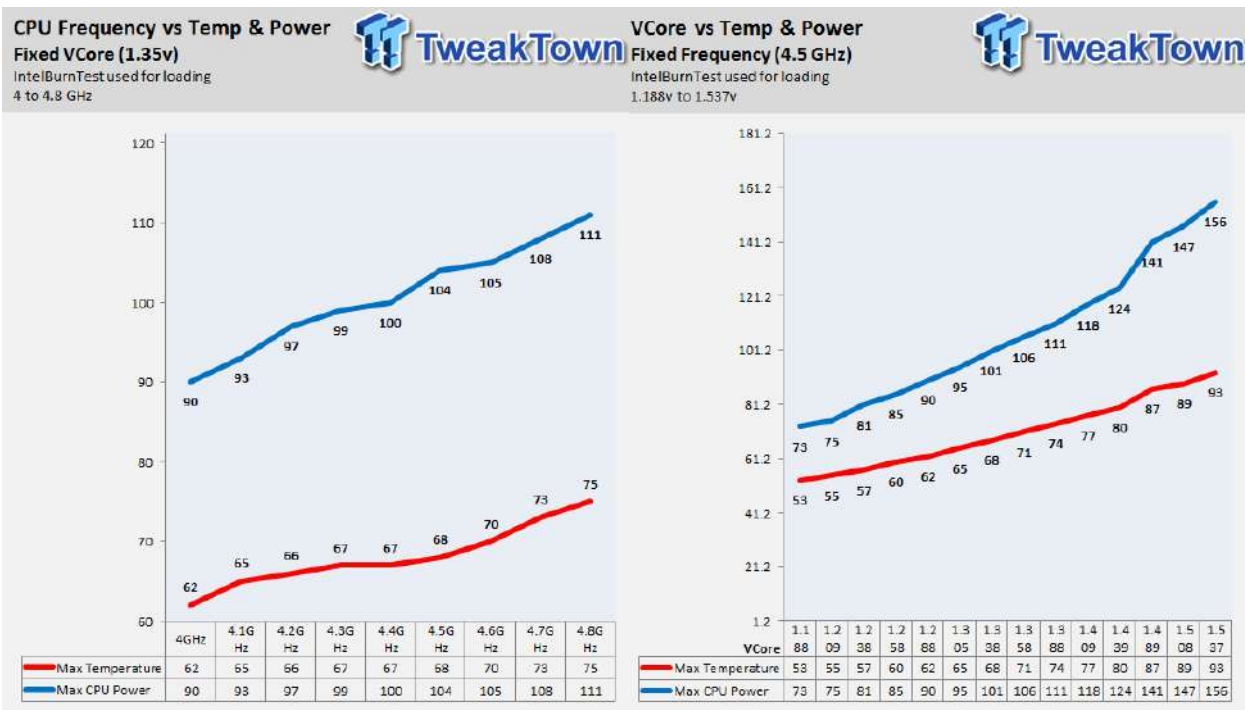


Seguint aquest esquema podríem dir que l'augment de voltatge hauria de ser proporcional al augment de freqüència, però la realitat no és ni molt menys així. Desgraciadament hi han molts factors que inciten que molts d'aquests electrons és "perdin" o col·lisionin i es dissipin en forma de calor a causa de la resistència elèctrica que origina aquest procés. Aquest mateix procediment de dopatge, tot hi ser un procés pràcticament perfecte no ho és, la velocitat en que s'executà ocasiona que molts electrons "xoquin" i es perdin en forma de calor. A més a més quan aquesta fase de la "base" s'obre i es tanca durant curtíssims instants aquest no és completament conductor o no conductor i així que augmenta l'efecte de pèrdua d'electrons originant més calor. El mateix flux d'electrons a través dels semiconductors com el Silici ocasiona que molts d'aquests es perdin en forma de calor, ja que la conducció no és perfecte i menys a les altes intensitats i mides microscòpiques que estan sotmeses els circuits concloents. A part d'aquest factor que són presents i inevitables en tots els components electrònics finalment també influeix en aquest augment de pèrdua d'electrons la loteria del Silici, que com ja mencionat anteriorment es basa principalment en la puresa dels materials utilitzats i petits error de producció. En aquest punt interpretem que la solució definitiva per augmentar la freqüència o velocitat entre cicle i cicle és augmentar reiteradament el voltatge. Però deixant de banda l'augment de temperatures que suposa aquest a causa de la gran quantitat d'electrons "disfuncionals" que es dissipen en forma de calor, aquest també té un límit establert determinat per dos grans factors. La primera és la tolerància de voltatge de cada transistor, les "bateries" d'aquests tenen un màxim relatiu de voltatge que determinarà la rapidesa màxima en què aquestes es poden carregar i es basarà en la puresa i qualitat de producció novament. I el segon factor i potser més rellevant és el fenomen conegut com a electromigració. Com ja he esmentat a l'apartat (2.3.1.)\*, l'alimentació de tots el transistor es realitza mitjançant microscòpics cables de coure o d'alumini els quals estan separats per materials no conductors. No obstant això, aquests són de dimensions tan microscòpiques que hi ha la possibilitat que treballant a tan altes intensitats alguns d'aquests electrons tendeixin a traspasar aquestes barres i enllaçar directament amb un cable corresponent a un altre transistor,

ocasionant una mena de "curtcircuits" danyant permanentment el hardware implicat. A més a més l'augment reiterat d'aquest voltatge ocasiona que la pèrdua d'electrons abans d'accedir al mateix transistor augmenti de forma exponencial, d'aquesta manera cada vegada necessitem més voltatge per augmentar en menor grau la freqüència. D'altra manera si disminuïm molt el voltatge perdrem menys electrons durant el trajecte però el transistor haurà de treballar a freqüències molt més baixes, ja que la tensió que li arribarà serà massa baixa així que succeirà l'efecte contrari, necessitarem disminuir molt la freqüència per disminuir relativament poc el voltatge i així el consum. En definitiva el secret és tenir un balanç entre aquests dos; però el més afectiu a no és sempre el que el fabricant estableix.

#### **2.3.4.-Correspondència freqüència, voltatge i calor derivada:**

Ja esmentat anteriorment, la gran quantitat de transistors i circuits utilitzats del processador origina una certa resistència al pas del corrent que deriva en una pèrdua de molts electrons en el seu funcionament. La gran majoria d'aquests es consumeixen en forma de calor, aquest efecte és ocasionat per l'anomenat efecte Joule, aquest es basa en el despreniment de calor provocat pel moviment d'electrons i es representa mitjançant la fórmula  $Q=P \times T$ , on "Q" és l'energia total despesa en Joules, "P" és la potència consumida en Watts i "T" és el temps recorregut. Aquesta potència màxima del processador a velocitat de estoc és anomenat TDP del processador i per tant representa pràcticament tot el consum en els processadors moderns. Però com evoluciona aquest en augmentar la freqüència i el voltatge, doncs bé tot depèn de la pèrdua d'electrons d'aquell component o processador específic però en podem estudiar la tendència general.



Imatges 44 i 45: En aquestes dues gràfiques podem observar un processador i7 6700k en diferents configuracions, ens centrarem en el consum d'aquest representat de color blau en aquestes. A la primera gràfica es representa l'augment de freqüència del processador amb el mateix voltatge fixat, tot i que aquest no varia el consum i la potència final sí que augmenta, ja que en treballar a més cicles per segon aquest necessita més electrons i per tant un amperatge més alt (amperatge a 4ghz=45,92A, amperatge a 4,8ghz= 82,22A). En el segon cas es representa la mateixa freqüència però augmentant el voltatge i mantenint la freqüència, aquest sol fet ja augmenta el consum final, però a més a més com que l'augment de voltatge implica un gran augment de la pèrdua d'electrons tal com hem vist anteriorment, l'amperatge també augmenta el que implica que el consum final s'incrementi encara més dràsticament (amperatge a 1.1V=66.36A, amperatge a 1,5V=102A, podem afirmar que com a mínim aquest augment 35,64A són electrons "dissipats" abans d'arribar als propis transistor). Comparar aquestes dues magnituds no és el més adient, ja que les seves unitats no són comparables, no obstant, d'aquesta manera ens adonem que l'augment de voltatge és

potencialment més perjudicial i genera més calor, encara el fina acabarem modificant les dues per realitzar overclocking.

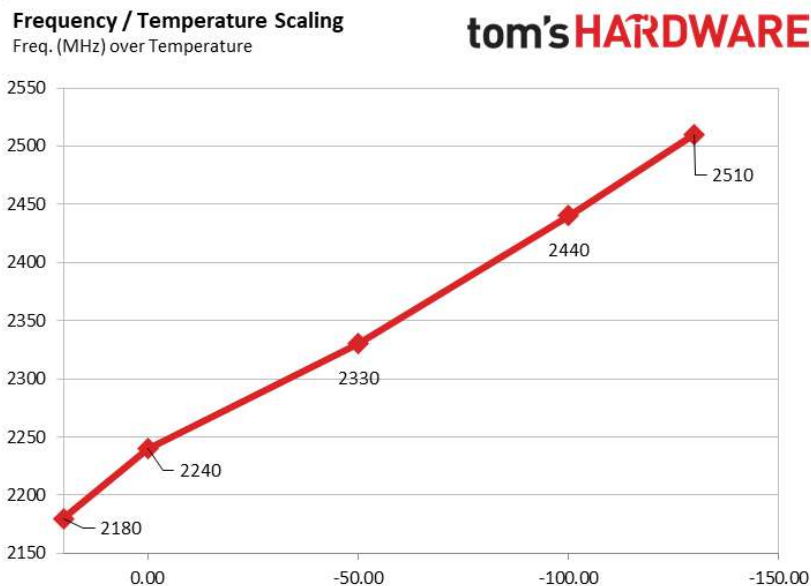
### 2.3.5.-Temperatura i consecutius

La temperatura és un factor clau a l'hora de realitzar overclocking.

Una temperatura excessiva, majoritàriament temperatures superiors a 100°, pot ocasionar un mal funcionament dels transistors, ja que els compostos de les seves fases es poden desfer deixant de complir la seva funció deixant així disfuncional component al qual correspon. Per exemple les fases del col·lector i l'emissor del transistor NPN que estan carregades negativament gràcies a la seva composició de Silici i Arsènic, Fòsfor o Antimoni podrien perdre aquests ions que les caracteritzen amb un excés de temperatura abolint així el pas d'electrons a través del transistor i per tant alterant o anul·lant la seva funció de manera irreversible, una temperatura molt elevada pot malmetre les soldadures d'alguns components de la mateixa manera, és per això que la majoria de processadors actuals tenen una temperatura màxima assignada al qual si la sobrepassen s'apaguen automàticament per evitar la catàstrofe, a més a més la majoria també disposen de l'anomenat "thermal throttling" o estrangulament tèrmic que és capaç de baixar la freqüència i el voltatge del component quan aquest sobrepassa una certa temperatura per reduir-la, perjudicant així el rendiment evidentment. A més a més la reiterada temperatura elevada sense passar aquests límits establerts també produeix un augment del degradament del component així com un increment la pèrdua d'electrons en el circuit novament.

Per altra banda una temperatura extremadament baixa també pot ocasionar un mal funcionament del component. Els anomenats "cold bug" aquests succeeixen, ja que a certes temperatures mínimes succeeixen alteració del temps d'espera d'algunes seqüències dintre el mateix processador originant que aquestes no es compensin correctament i per tant es bloquegi la CPU o no funcioni correctament. Per sort aquest fenomen és reversible un com s'assoleixen temperatures superiors posteriorment i succeeixen entre els -60° i

-250° tot depenen del component així que només afecta les persones dedicades a l'overclock extrem que utilitzen sistemes de refrigeració basats en LN2, gel sec, canvi de fase... Deixant de banda les temperatures màximes i mínimes que el component pot assolir aquest sempre treballa millor a temperatures inferiors, no tan sols per temes de durabilitat sinó perquè està directament relacionant amb la freqüència i el rendiment que podem assolir. Sempre que no assolim l'etapa en què el component entra en "cold bug" aquest serà capaç d'assolir una freqüència més alta que en una temperatura superior, amb el mateix voltatge està clar. La principal raó d'aquest fenomen és que en reduir la temperatura els electrons flueixen més rigorosament pel circuit del processador i d'aquesta manera no es perden tants electrons en el procés. On s'observa i afecta més aquesta singularitat és a temperatures per sota dels zero graus, per tant és un gran avantatge dels sistemes d'overclock extrem que desenvolupen aquestes temperatures.

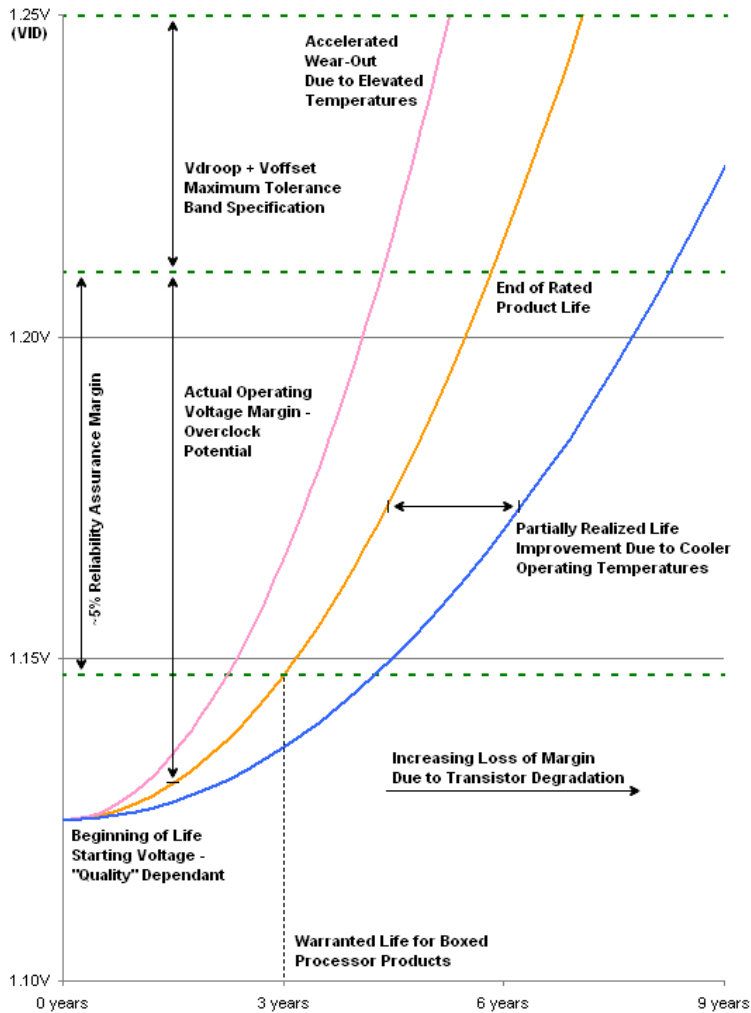


imatge 46: Gràfica d'una MSI GTX 1080Ti Lightning Z, una gràfica d'alta gama amb un gran VRM i altres prestacions dedicades a l'overclock extrem. Aquesta té el voltatge fixat a 1,35V, no obstant, podem observar que mitjançant la reducció de temperatures la seva freqüència màxima augmenta enormement tot hi mantenir el mateix voltatge.

### **2.3.6.-Relació overclocking i degradació:**

Es coneix com degradació en la informàtica el procés pel qual el processador passa a necessitar més voltatge per mantenir la mateixa freqüència amb el pas del temps. Aquesta degradació és produïda en tots els components, treballin en les condicions que treballin, no obstant això, aquesta varia extremadament segons les circumstàncies. Els dos paràmetres principals que influeixen més en aquest fenomen són la temperatura sotmesa al component i el voltatge utilitzat. Com ja hem esmentat anteriorment la temperatura excessiva perjudica els compostos semiconductors del transistor, així que una temperatura preminent constant podria accelerar la pèrdua de les propietats dels compostos amplificant així el nombre d'electrons que aquests necessitarien per passar del seu estat de conductor a no conductor incrementant així el voltatge necessitat per realitzar la mateixa funció, aquestes elevades temperatures també una gran quantitat d'altres efectes com de deteriorització de les soldadures internes del processador (especialment recurrent en gràfiques antigues)... Si augmentem el voltatge també augmenta la temperatura del processador el que per tant també implica també un augment de tots els fenòmens anterior, no obstant això, el voltatge de per si també deteriora el component, ja que incrementa en excés el corrent que circula per l'interior d'aquest augmentat el desgast dels seus components. La freqüència també podria ser un factor influent, ja que a l'augmentar la velocitat en què aquest treballa també produeix un augment de la deteriorització per la seva influència és molt menys rellevant que els paràmetres anteriors, el voltatge i la temperatura. No obstant aquestes pertorbacions a la pràctica no ens haurien de preocupar sempre i quan establim una configuració curosa i adequada. L'augment de la degradació d'un overclock coherent i apropiat és gairebé inexistent, sobretot si aquest és realitzat a un voltatge baix i s'utilitza un sistema de refrigeració adequat. En el pitjor dels casos que aquesta degradació augmentés considerablement caldria augmentar relativament poc el voltatge, envers el temps transcorregut, per mantenir la mateixa freqüència. La majoria de crítics de la pràctica de l'overclocking mostren aquest fenomen com el gran problema de l'overclocking, no obstant, la comunitat desmenteix mitjançant l'experiència i l'experimentació aquesta visió

argumentant que el percentatge de rendiment extra que obtenim amb l'overclock és molt superior al percentatge de degradació que aquest suposa.



Imatge 47: Aquesta gràfica il·lustra el desenvolupament de la degradació d'un mateix processador en 3 configuracions diferents representant el voltatge que aquest necessita envers el temps transcorregut, sempre amb la mateixa freqüència, voltatge i 100% d'ús. El segment taronja representa el processador treballant amb la seva freqüència i dissipador de sèrie, el blau és aquest mateix però amb un dissipador de més qualitat que li permet treballar a menys temperatures i en canvi el vermell treballa constantment a una temperatura superior a la especificació tèrmica màxima establerta pel fabricant. D'aquesta manera podem observar l'influència de la temperatura en l'augment de degradació. Segons la gràfica aquest processador treballa a un voltatge establert per el fabricant (VIC) de 1,25V (tot hi que inicialment necessiti menys de 1,15V tal com es mostra a la gràfica). Debut al Vdroop i el

Voffset, és a dir la inestabilitat del voltatge proporcionat, el processador no funcionarà correctament (a menys que augmentem el voltatge) un cop el voltatge mínim a causa de la degradació superi els 1,21V aprox. representats amb una línia verda a la gràfica i amb l'assignació de "End of Rated Product Life". El rang anomenat "Actual Operating Voltage Margin-Overclock Potential" es refereix el període en què podem augmentar la freqüència del processador sense necessitat d'augmentar el voltatge que aquest té de per defecte (VID). I les altres nomenclatures fan referència a l'augment de la vida del processador a causa d'aquesta degradació esmentada.

### **2.3.7.-Freqüència i millora de rendiment**

En la majoria de casos l'augment de freqüència que es realitza durant l'overclocking es realitza per augmentar el rendiment del component, no obstant això, l'augment de freqüència en pocs escenaris és proporcional al rendiment final. Hi ha molts factors que influeixen directe o indirectament en el rendiment final és per això que si augmentem el doble la freqüència final del nostre processador no obtindrem en cap cas el doble de rendiment, de fet ni tal sols el processador en si tindria el doble de rendiment, ja que aquest consta amb altres components com la caché que també influeixen en el rendiment d'aquest. No obstant, en realitzar overclocking s'han de diferenciar dos grans casos a l'hora d'analitzar el rendiment.

El primer cas és tot aquell programari que ha de realitzar uns càlculs determinats en un transcórrer de temps indeterminat, com per exemple la renderització d'un vídeo, l'enciptació de monedes digitals o el temps de càrrega d'una pàgina qualsevol. Són processos que requereixen un cert número de càlculs i els quals nosaltres restem esperant el resultat final, en aquest cas l'augment de rendiment seria l'augment de freqüència en el component multiplicat pel temps en què aquelles operacions depenguin del component en si. Per exemple, si executem un programa qualsevol, l'equip haurà de realitzar diferents processos fins que es mostri el programa, buscar la informació a la memòria principal, dosificar la instrucció, executar la instrucció, emmagatzemar dades... L'augment de rendiment i per tant la reducció del temps de tot aquest procés serà aproximadament igual a l'augment de



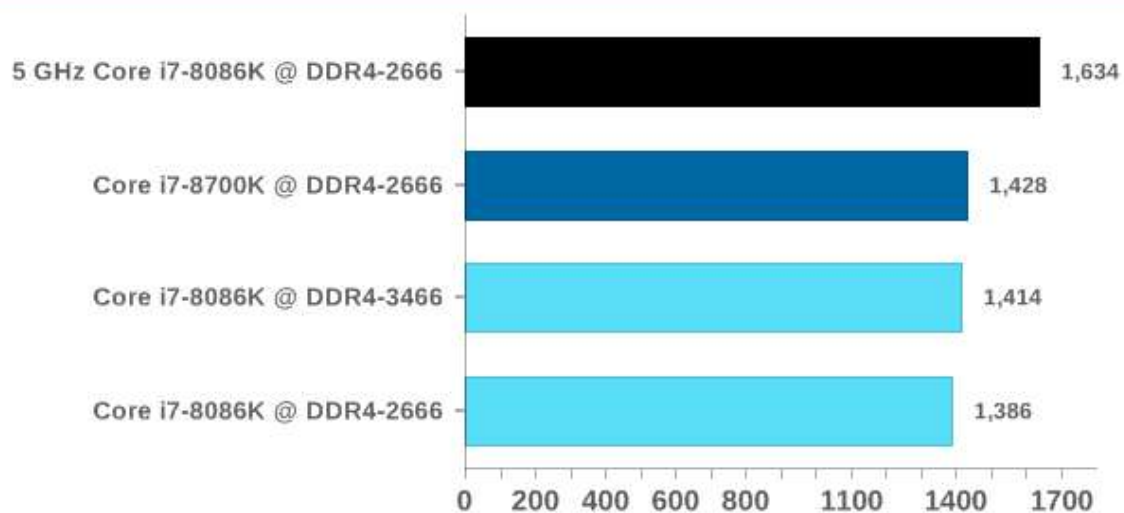
freqüència respecte a l'inicial multiplicat per les fraccions de temps que aquest component sigui determinant en aquesta tasca. D'aquesta manera si tenim un augment del 100% de la freqüència del processador, reduïrem aproximadament  $1/2$  el temps d'execució de tots els seus processos, per tant si aquests corresponien a la meitat del temps total emprat suposarà una reducció d' $1/4$  ( $1/2 * 1/2$ ) del temps d'execució, aquests càlculs són estimacions aproximades, ja que en aquests processos actualment tenen una complexitat molt més elevada que l'esmentada anteriorment, no obstant això, és un referència útil per entendre el rendiment final en el nostre equip. Així doncs hauríem de tenir el doble de freqüència en tots els components implicats per tal de duplicar el rendiment total teòricament, és per això que a vegades quan overclocquem components com la memòria RAM la millora de rendiment en programes com SuperPi la millora de rendiment és pràcticament inexistent, mentre que quan overclocquem el processador gairebé no existeix una diferència a l'hora d'obrir el sistema operatiu, ja que la majoria d'operacions depenen del disc dur en aquest cas. S'ha d'analitzar quin n'és l'ús principal del programari que utilitzem per determinar el component que ens sortirà més a compte augmentar la freqüència per assolir un rendiment més òptim.

El segon cas és tot aquell programari que ha de realitzar una certa quantitat d'operacions en un període de temps determinat, és a dir, a temps real. En aquest cas és quan l'overclock encara més sentit. Per exemple en el procés de reproducció d'un vídeo a 60FPS, cada segon l'equip d'avaluar i reproduir 60 imatges, però si aquest no té suficient rendiment per a fer-ne tots els processos necessaris cada segon senzillament el vídeo es veurà travat o no es veurà correctament a diferència del primer exemple on l'única inquietud era vetllar a què l'execució del procés acabés. En aquests casos és quan l'overclocking realment cobra més sentit, de manera que si aconseguim assolir el rendiment indicat mitjançant l'augment de la freqüència aquest problema s'arreglaria. El mateix cas i fins i tot més exagerat passa amb alguns videojocs, si el nostre processador és el factor dependent, és a dir, s'utilitza en la seva totalitat en gran part del temps, en molts casos en què aquest no assoleix uns FPS adequats el videojoc no funciona correctament en canvi a l'augmentar-li la freqüència és capaç de millorar extremadament l'experiència, ja que augmentarà aquests FPS i a més a més d'una manera "progressiva", ja que

existeixen infinitat d'altres processos durant el joc que reclamen una potència independentment dels FPS resultats, d'aquesta manera un mateix processador a 2,5ghz mai podrà reproduir la meitat de FPS que aquest mateix a 5ghz en un d'aquests escenaris. Per tant la millora amb l'overclocking en aquests escenaris específics és insuperable, ja que si l'equip no està molt lluny d'assolir el rendiment aconseguirem transformar una situació en què l'escenari en temps real executat no funciona o funciona de manera nefasta a què aquest s'executi correctament en el millor dels casos.

Per altre si analitzem el rendiment màxim en un escenari que depengui al 100% de CPU en aquest cas, podem observar que entre dos models diferents de processador treballant a la mateixa freqüència el rendiment d'aquest és diferent, aquest dependrà de bàsicament l'arquitectura d'aquest. Per exemple en l'arquitectura Core d'Intel que és la que utilitza en els seus processadors des de fa pràcticament una dècada és mínima la diferència de rendiment que hi ha entre dos processadors d'aquesta mateixa freqüència i nuclis. En canvi si el comparem amb altres arquitectures com per exemple la Zen de AMD, dissenyada totalment diferent, podem observar que el rendiment no és el mateix a igualtat de freqüències i nuclis que la Core, això és a causa de la manera en què el component emmagatzema i processa la informació. Tot depèn de l'escenari tractat òbviament, però cal esmentar aquest fenomen, ja que també pot causar controvèrsia. També cal esmentar que davant de dos processadors del mateix model, encara que aquests no siguin pràcticament igual per l'assumpte de la loteria del Silici entre altres, si aquests treballen a la mateixa freqüència independentment de la seva temperatura o voltatge el seu rendiment apreciable sempre serà el mateix en aquest cas.

## Rendering: CineBench 15 MultiThreaded



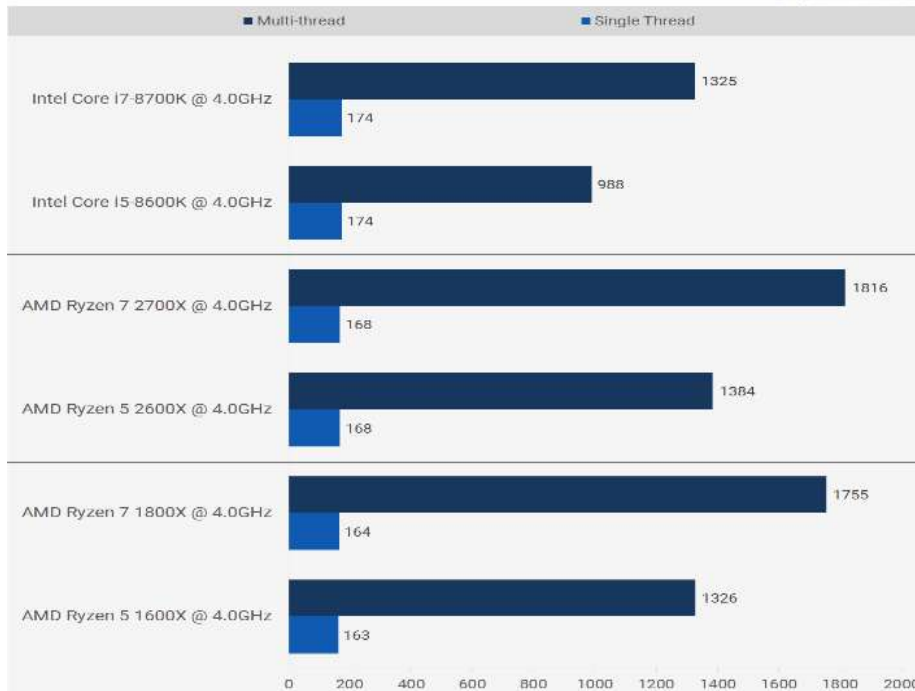
Imatge 48: Aquest gràfic representa el rendiment en CineBench R15 del processador i7 8700k i del i7 8086k, que realment es tracten exactament el mateix processador a igualtat de freqüències, conjuntament amb un RAM DDR4, podem observar que si augmentem la freqüència del processador de 4,3ghz (els 3 casos d'inferiors) a 5ghz (cas superior de la gràfica) el rendiment augmenta de 1,428 punts a 1634, el que suposa un augment del 16,3% de la freqüència i d'un 14,4% del rendiment, el que ens indica que el rendiment d'aquesta prova és molt dependent del processador. En canvi si augmentem la RAM de 2666mhz a 3466hz (els dos casos inferiors de la gràfica) l'augment de freqüència és d'un 30% mentre que l'augment de rendiment és tan sols del 2%, el que ens confirma la poca dependència de la RAM en aquesta prova.



## Cinebench R15

CB Points

[Higher is Better]



Imatge 49: Aquest altre gràfic en mostra el rendiment en CineBench R15 però en aquest cas de diferents processadors a igualtat de freqüències. Aquests processadors tenen diferents quantitats de nuclis que òbviament afecten el rendiment així que per comparar-los ens centrarem en les proves "Single Thread", és a dir aquelles que tan sols s'ha utilitzat un nucli de cada processador, representada de color blau clar. En aquestes podem observar que els dos processadors, el i7 8700k i el i5 6600k assoleixen el mateix rendiment a igualtat de freqüències, ja que els dos pertanyen a la mateixa arquitectura, en canvi els dos casos posteriors, el Ryzen 7 2700x i el Ryzen 5 2600x ens proporcionen un rendiment relativament baix a igualats de freqüència, ja que aquests estan basats en l'arquitectura Zen. En aquest cas la diferència de rendiment és de tan sols el 3,5%, no obstant això, s'ha de tenir en compte que treballaven a la mateixa freqüència pel que un petit canvi de rendiment representa un gran avenç en l'arquitectura i el mètode de processament del processador.

### **3.-Categories de l'overclocking**

Dintre la gran comunitat d'overclocking es poden diferenciar dues grans tendències determinades per l'objectiu de l'overclocking que realitzen.

Aquestes dues són l'overclock comú i l'overclock extrem.

#### **3.1.-Overclocking comú**

Aquest sector engloba la gran majoria d'usuaris que realitzen overclocking. El principal objectiu d'aquest és augmentar el rendiment del seu equip per així millorar-ne l'experiència. Aquest sector cada dia creix desmesuradament, ja que l'overclocking cada dia és més accessible i còmode de realitzar. Aquesta facilitat s'estén cada dia a causa de diferents factors:

El primer és el fet que l'augment d'usuaris inexperts ocasiona que cada dia hi hagi més informació a la xarxa sobre com realitzar overclocking per augmentar el rendiment de l'equip ràpidament sense necessitat d'uns fonaments bàsics precedents sobre computació i sobre la veritable raó del perquè podem realitzar aquest overclocking. A més a més el terme overclocking s'ha fet conèixer per les grans empreses, ja que actualment és una eina de màrqueting amb molt de potencial. De fet, molts processadors actuals tenen dos preus diferents, un amb un preu superior proporcionat amb el multiplicador desbloquejat i per tant apte per fer overclocking i un altre amb el mateix multiplicador bloquejat de manera voluntària pel fabricant per poder vendre els altres a un preu més elevat.

Pràcticament el mateix es repeteix en el cas de les plaques bases, tan sols es pot fer overclocking a la CPU a les plaques d'un chipset específic, però si els fabricants els interessés, podrien programar pràcticament totes les BIOS de les plaques base per tal de tenir un sector on retocar els voltatges i les freqüències, ja que el seu hardware ho permet, no obstant això, a les plaques de gama més baixa el marge de millora seria òbviament inferior perquè la qualitat de la placa i el seu VRM serien molt inferiors, tot i això seria bo que a tothom tingués la capacitat d'ajustar, afinar i overclockejar el seu equip. La terminació d'overclock ja és utilitzat fins i tot en alguns perifèrics a l'hora de vendre el producte, fins hi ha monitors al mercat que suposadament tenen una configuració "d'overclock" mitjançant la qual augmenten els Hz que aquest pot treballar, indiscutiblement aquest terme està mal utilitzat en aquesta situació, ja que tots els monitors

venen preparats i programats de fàbrica per treballar en aquesta configuració i freqüència, no augmentes manualment el voltatge i per veure els Hz màxims que aquest pot assolir, és una configuració predeterminada. Per altra banda cada vegada són més accessibles, fàcils d'utilitzar i més automatitzats la majoria de programes utilitzats per comprovar l'estabilitat, la temperatura o el voltatge entre altres paràmetres del overclocking realitzat. A més a més les BIOS de les plaques aptes per overclocking també són cada vegada més intuïtives, fàcils d'utilitzar i molts dels paràmetres que en plaques de fa uns anys s'ajustaven completament manualment, en les actuals molts es regulen automàticament o si comets alguna errada lleu en algún voltatge són capaces de corregir-la automàticament.

En general aquest públic busca un augment de rendiment intentant augmentar el mínim el voltatge, sempre dintre uns marges segurs per la utilització diària recomanats per la resta d'usuaris, mantenint unes temperatures de l'equip per sota del límit tèrmic recomanat pel fabricant i recomanades per la resta dels usuaris novament, i assolint una freqüència estable que els permet-hi augmentar el rendiment considerablement sense sobrepassar mai els dos marges recomanats de voltatge i temperatures mencionats anteriorment d'aquesta manera intenten reduir al mínim la inevitable degradació dels components i amb una bona configuració augmenten el rendiment en la majoria d'escenaris considerablement sense perjudicis perceptibles, que n'era el seu objectiu inicial i de la majoria d'overclockers. Aquesta gran majoria d'usuaris solen utilitzar sistemes de refrigeració per aire, refrigeració líquides o fins i tot aquells que volen aconseguir rendiments molt superiors sistemes de canvi de fase o "cascades" que permeten refrigerar el component a temperatures subzero, l'única característica indispensable que han de tenir tots aquests és que han de ser aptes per ser usats tot el temps que l'usuari ho demani, és a dir preparats per ser utilitzats les 24h del dia sense dificultats.

### 3.2.-Overclocking extrem

L'overclock extrem per altra banda no es realitza per beneficiar-se directament del rendiment extra en el programari que utilitza l'usuari sinó que es realitza per veure el límit d'overclocking que té el component tractat. En aquesta pràctica s'intenta que el factor de la temperatura mai sigui un factor limitant, per això en la majoria de casos s'utilitzen sistemes de refrigeració que refreden aquests components per sota de la temperatura ambient, d'aquesta manera com menys temperatura aconseguen millors resultats poden assolir seguint el model esmentat a l'apartat (2.3.5)\*. Així que el procediment que aquest segueix és anar augmentant la freqüència del component tractat i els voltatges corresponents aconseguint freqüències i rendiments en benchmarks extremadament alts fins a assolir el límit de voltatge del component, per excés de migració d'electrons en la majoria de casos. La complexitat de tots els paràmetres i voltatges que s'han d'ajustar i el grau d'exactitud en què s'han de modificar per assolir aquestes freqüències tan elevades han ocasionat que sigui extremadament complicat assolir-les. D'aquesta manera gairebé des de l'inici de l'overclocking mitjançant software, fa més de 20 anys, va sorgir una comunitat amb amplis coneixements i experiència en la disciplina disposats a dedicar molt de temps i hardware assolir les millors freqüències possibles i els millors rendiments en benchmarks determinats. Van sorgir overclockers professionals, experts amb molta experiència que es dediquen a assolir aquests records, alguns d'aquests són contractats per empreses del món de la informàtica per demostrar als usuaris el la qualitat i el rendiment que podien assolir els seus productes. Aquest moviment és tan extraordinari que fins i tot han sorgit nombroses competicions on aquests experts s'enfronten per veure qui aconseguirà la millor freqüència durant la competició. També hi ha una petita indústria dedicada a la creació de sistemes de refrigeració extrems expressament per aquesta pràctica, per refrigerar amb LN2, gel sec, canvi de fase... La freqüència i el rendiment final que assolirà l'overclocker professional dependrà de la loteria del Silici entre altres aspectes inevitables però també de l'experiència i els coneixements d'aquest. Així doncs l'overclocking extrem busca el màxim rendiment i/o freqüència màxima sense preocupar-se com aquest conjuntament amb el voltatge i la degradació poden afectar de manera

irremeiable al component, ja que l'únic objectiu del hardware tractat és assolir-ne el màxim rendiment durant un temps suficient per obtenir una puntuació o iniciar el programari per confirmar la freqüència establerta. Tota la comunitat que s'hi dedica registra els seus resultats a HWbot, d'aquesta manera es poden comparar i competir entre ells. Malgrat tot, els últims anys aquesta pràctica ha disminuït lleugerament, ja que amb l'automatització de molts paràmetres que abans s'havien de configurar manualment a la BIOS han provocat que sigui relativament més fàcil assolir aquestes freqüències tan altes i perdi una mica la gràcia que abans tenia.

## **4.-Procediment a l'hora de realitzar overclocking**

L'overclock és una pràctica que pot danyar irreversiblement els components del teu dispositiu a causa d'excés de temperatura o de voltatge, no obstant, si és segueix rigorosament el procediment és pràcticament impossible que sorgeixi algun imprevist. No obstant això, aquest és el procediment general a seguir a l'hora de fer overclocking, el més adient és buscar una guia complementaria especialitzada en el teu hardware o si més no en el socket corresponent per tenir una base més concreta.

### **4.1.-Anàlisi del hardware i objectius**

Abans de tot cal fer una recerca acurada del nostre hardware, trobar el model de tots els nostres components, especialment font d'alimentació, placa base, processador, dissipador del processador, memòria RAM i targeta gràfica. Primer de tot cal començar per l'indispensable, esbrinar si el sistema ens permet fer overclocking de per si, la majoria d'equips d'avui en dia no permeten fer overclocking, ja que el multiplicador del processador està bloquejat o bé el chipset de la placa base no suporta overclocking i no ens permet configurar-lo des de la BIOS. Per exemple, en el cas de Intel els processadors desbloquejats actualment són aquells que esmenten una "K" al final de la seva nomenclatura, en el cas de la competència AMD té tots els processadors lleials i tots els processadors actuals no disposen de cap límit de fàbrica. En el cas de les plaques base l'assumpte té una mica més de controvèrsia, el procediment és



obtenir el chipset de la placa i després buscar a la xarxa si aquest si pot realitzar overclocking, en aquest cas novament Intel és més restrictiu que la competència, ja que el número dels seus chipsets compatibles amb l'overclocking sol ser més menor. En cas que la nostra placa sigues compatible amb l'overclocking però el processador no podríem realitzar un overclocking a la CPU i a la RAM en la majoria dels casos pobre modificant la freqüència del FSB, però en el cas contrari el sistema (CPU i RAM) no seria overclockejable. Per buscar les característiques del nostre sistema el millor mètode és polsar les tecles "Windows" + "R" i escriure i executar el comando "msinfo32".

	Z370	H370	B360	H310
Expected price	\$\$\$\$	\$\$\$	\$\$	\$
CPU/DDR4 overclocking	Y	N	N	N
CPU PCI-E 3.0 configurations	1x16 or 2x8 or 1x8 + 2x4	1x16	1x16	1x16
Max PCI-E 3.0 lanes	24	20	12	6 (PCI-E 2.0)
Memory channels / DIMMs per channel	2/2	2/2	2/2	2/1
Optane Memory support	Y	Y	Y	N
Total USB ports	14	14	12	10
Max USB 3.1 ports: Gen. 2 / Gen. 1	0/10	4/8	4/6	0/4
Max. SATA 3.0 (6Gb/s) ports	6	6	6	4
Integrated Intel Wireless AC (CNVi)	N	Y	Y	Y
Max. high speed IO lanes	30	30	24	14
Intel Rapid Storage Tech (RST)	Y	Y	Y	N
Max. Intel RST for PCI-E storage ports (x2 M.2 or x4 M.2)	3	2	1	0
Intel RST PCI-E RAID 0, 1, 5	Y	Y	N	N
Intel RST SATA RAID 0, 1, 5, 10	Y	Y	N	N
Intel RST for CPU-attached Intel PCI-E storage	Y	N	N	N

Imatge 50: Taula que mostra les característiques principals dels diferents chipsets d'Intel d'última generació, les nomenclatures negres superiors son el model del chipset i la 2a entrada lateral anomenada "CPU/DDR4 overclocking" ens indica si es compatible amb l'overclocking o no. Com podem observar només el chipset d'alta gama, el Z370 n'és compatible, en canvi AMD sol tenir més d'un chipset de la mateixa generació apte.

L'overclocking a la gràfica per altra banda funciona totalment independentment i la seva capacitat de l'overclocking dependrà del model d'aquesta mateixa i no de la mateixa placa, el seu procediment d'overclocking també serà diferent de la resta. Algunes gràfiques et deixen modificar freqüència i voltatge, altres només freqüència...

Un cop hem estudiat si se'ns permet modificar la freqüència i el voltatge dels nostres components hem d'estudiar la qualitat de l'alimentació d'aquests. Això inclueix font d'alimentació i VRM, aquests mai seran factors que no ens permetin overclockejar des d'un inici, no obstant si la seva qualitat és pèssima seran factors molt limitants. En el cas de la font has d'observar les següents característiques esmentades amb profunditat al final de l'apartat 2.2.3.5.\*, el PFC d'aquesta hauria de ser actiu o com a mínim passiu, que sigui d'una marca reconeguda, amb una quantitat d'Ampers al carril de 12V elevada, una àmplia garantia... A més a més a la xarxa existeixen multitud de pàgines com "Power Supply Calculator" on seleccionant els nostres components i a la freqüència i el voltatge aproximats que els farem treballar ens permeten veure el consum màxim que assolirem, la nostra font d'alimentació hauria de tenir una potència real bastant més elevada que aquesta. Per altra banda el VRM també és un factor molt rellevant, novament haurem d'analitzar el nostre amb les característiques esmentades en l'apartat 2.2.4.4\*, el nombre de fases, la qualitat i la procedència dels condensadors, el sistema de refrigeració, el chipset i la reputació de la placa. Actualment, la majoria de plaques que permeten l'overclocking solen tenir un VRM acceptable, no obstant, sempre s'han d'analitzar els paràmetres esmentats. En el cas de la gràfica aquesta consta d'un VRM propi i la qualitat d'aquest normalment dependrà de la sèrie i la marca ensambladora d'aquesta. Encara que els components no compleixin totes aquestes característiques sempre podrem realitzar un cert overclocking però el tema de l'alimentació és crucial i si no el tenim en compte pot desencadenar en veritables fatalitats. L'últim paràmetre imprescindible que haurem d'analitzar és el sistema de refrigeració, depenen de la capacitat d'aquest podrem assolir una freqüència i un voltatge ja aquest determina la totalitat de la temperatura del component. Normalment la dissipació en la RAM no és molt rellevant, ja que no sol patir de sobreescalfament a no ser que realitzem overclocking extrem. En canvi el dissipador del processador o de la gràfica seran molt dependents en el rendiment final que assolirem, ja que aquestes tenen un consum molt més elevat i que escala de manera molt més pronunciada a l'hora de fer overclocking. L'efecte d'aquest paràmetre serà estudiat a fons a l'apartat de refrigeració posterior. L'avantatge d'aquest factor és que fàcilment podem observar el límit d'aquest a causa de la simplicitat

d'observar i interpretar les temperatures del component, a diferència de l'alimentació que és difícil esbrinar quan aquesta està assolint el seu límit màxim o una inestabilitat del voltatge inapropiada.

## **4.2.-Instal·lació software necessari**

Existeixen una infinitat de programes útils per avaluar diferents aspectes relacionats amb l'overclocking, la freqüència, el rendiment, la temperatura, el voltatge... En cas que vulguem instal·lar el mínim programari necessitarem com a mínim un que ens permeti veure la freqüència i el voltatge real del component dintre el sistema operatiu (per assegurar-nos que no hi hagi cap errada), un altre que ens permeti estressar el component (fer-ho funcionar al màxim de les seves possibilitats) i un per veure les seves temperatures en temps real. D'aquesta manera hi ha un seguit de programes pràcticament imprescindibles a l'hora de realitzar overclocking.

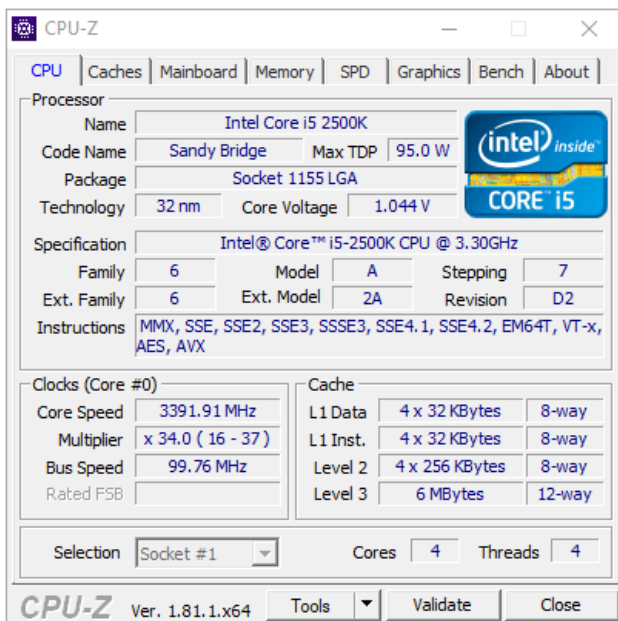
Segons la seva funció hi ha quatre tipologies de programari útils a l'hora de realitzar overclocking, els primers són aquells anomenats monitors del sistema, aquests ens mostren informació sobre el sistema, temperatura, voltatge, freqüència, valors màxims i mínims, latències... De la mateixa manera també hi ha programes d'utilitat directa per l'overclocking que ens deixen manipular paràmetres de la refrigeració o fins i tot voltatges i freqüències de certs components. També s'han de destacar els tests d'estrès, aquests són aquells que ens permeten avaluar l'estat component, ja que són capaços d'expressar-lo al màxim de les seves capacitats i per tant podrem observar si funciona correctament amb la configuració que l'hi hem establert. Finalment hi ha els benchmarks, aquests ens serveixen un com hem assolit l'overclocking estable per saber quin és el rendiment final d'aquest en diferents escenaris. Cal destacar que la majoria de programes fan diverses funcions de totes les esmentades així que no cal tenir-ne un per cada funció. Per triar els programes adients és important saber els principals i les seves principals característiques:

## 4.2.1.-Monitors del sistema

### 1.-CPU-Z

CPU-Z és gairebé indispensable en qualsevol equip a l'hora de realitzar overclocking, ja que ens proporciona molta informació imprescindible. Funciona en pràcticament totes les plataformes i ens indica coneixença sobre la nostre CPU, caché (memòria interna del processador), placa base, memòria RAM, gràfica...

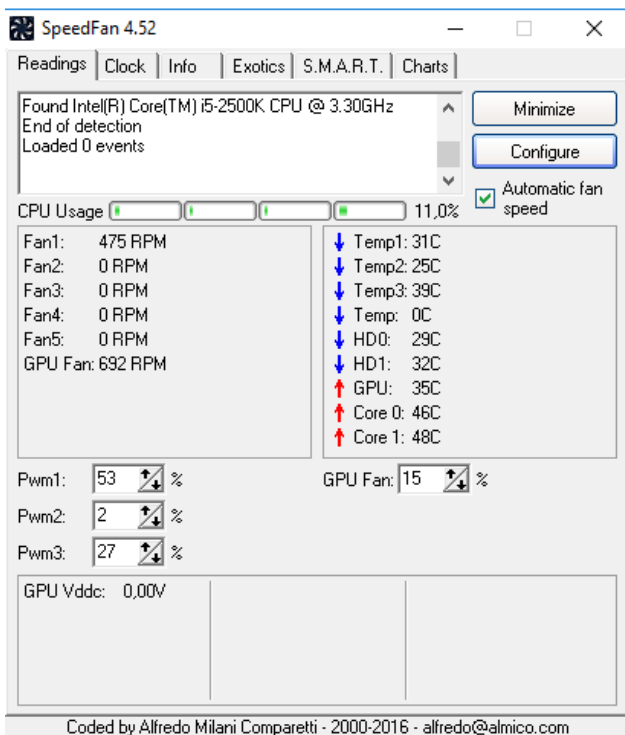
Els paràmetres més interessants que ens proporciona sobre aquests són: El voltatge i la freqüència en temps real del processador, els més fonamentals (també ens mostra el model, la família, el nombre de nuclis, el màxim TDP...), també ens mostra el model i el chipset de la placa base entre altres paràmetres fonamentals de la RAM, la freqüència final que treballa, la relació que té aquesta amb el FSB, les seves latències...



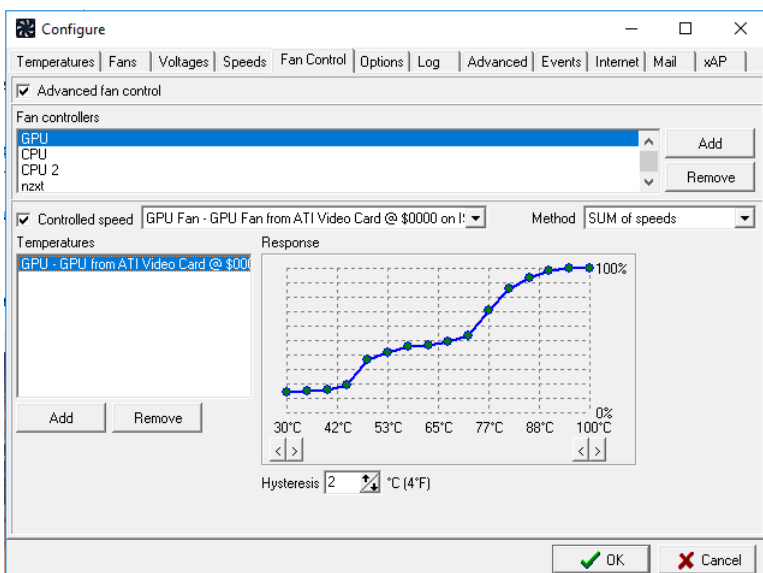
Imatge 51: Programa CPU-Z en execució, els dos paràmetres més importants són citats com “Core Voltatge” el voltatge aplicat el processador en aquell moment i “Core Speed” la freqüència del processador en aquell mateix moment.

## 2.-Speedfan

Aquest programa també és un monitor del sistema però en aquest cas ens permet veure tots els sensors de temperatura del nostre ordinador i la seva temperatura en temps real. Des de la temperatura del processador, de la gràfica, la placa base... A més a més també ens diu les revolucions dels ventiladors del nostre equip i ens permet modificar-los i configurar-los de manera que treballin a una certa velocitat depenen de la temperatura que treballa un component corresponent o un altre, d'aquesta manera SpeedFan també compleix la funció de programa regulador, de la velocitat dels ventiladors en aquest cas tan sols.



Imatge 52: Programa SpeedFan 4.52 en execució, a la part central esquerra ens permet veure les revolucions que treballen actualment els nostres ventiladors i a la part dreta les diferents temperatures dels sensors o components.

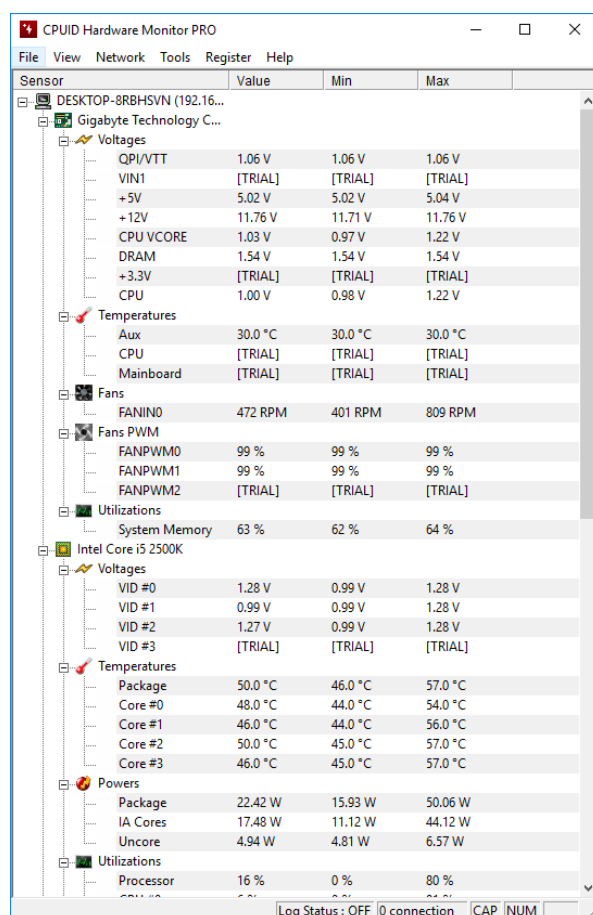


Imatge 53: Apartat de configuració del programa SpeedFan, dels que ens permet entre altres gestions traçar una gràfica per adaptar automàticament la velocitat d'un ventilador en concret respecte la temperatura del sensor seleccionat.

### 3.-HWmonitor:

Aquest programa no ens deixa ajustar cap paràmetre de l'equip però és un dels que ens mostra més informació sobre aquest. Podem observar els voltatges reals de +3.3V/+5V/+12V que ens proporciona la mateixa font d'alimentació, temperatures, consums, velocitats dels ventiladors... De tots aquests ens mostra el valor en temps real, el valor mínim i el valor màxim registrats des de l'execució del programa, a diferència dels dos programes anteriors que només ens proporcionaven el valor en temps real.

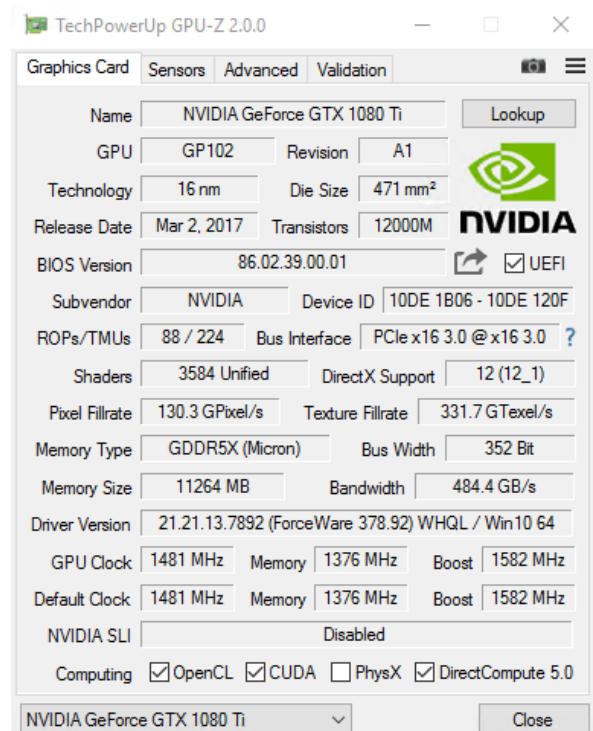
Imatge 54: Programa HWMonitor en execució.



### 4.- GPU-Z

Ens indica pràcticament totes les característiques possibles del component novament però aquest cas en comptes de ser del processador com al CPU-Z és de la gràfica, d'aquí el seu nom.

Imatge 55: Programa GPU-Z en execució.



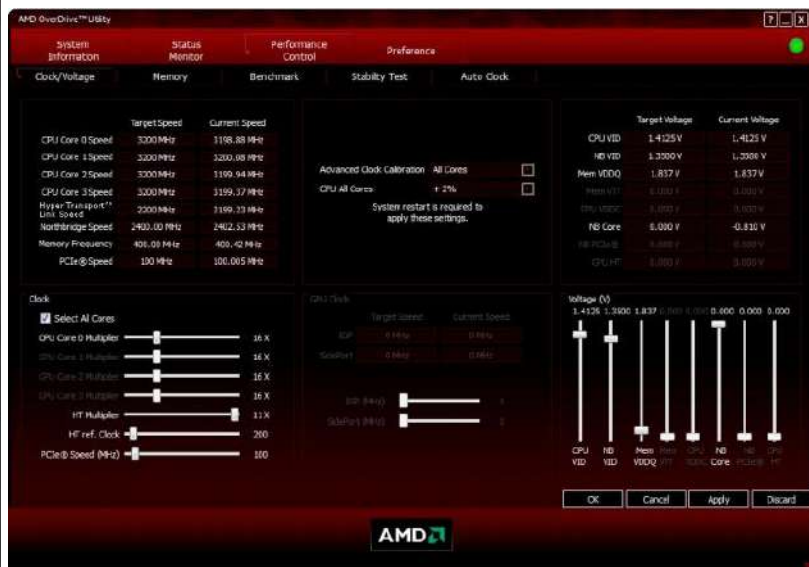
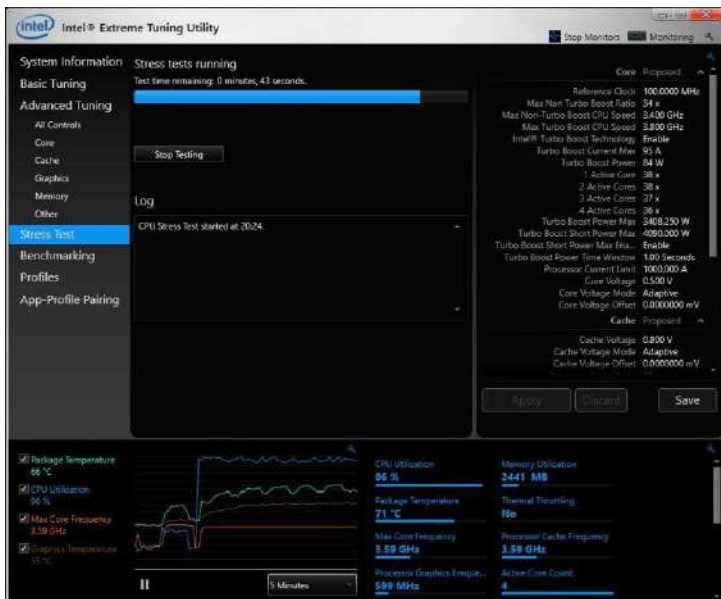
## 4.2.2.-Utilitats del overclocking

### 1.- Intel: Extreme Tuning Utility

Extreme Tuning Utility (XTU) és un programa que va ser creat per la pròpia empresa Intel i va ser un dels primers que va permetre realitzar overclocking des del propi sistema operatiu. Aquest ens permet veure informació sobre el mateix sistema, canviar gran varietat de valors relacionats amb l'overclocking, tals com multiplicadors de freqüència, voltatges, paràmetres de caché... A més també ens permet fer proves d'estres a la CPU. Tot i aquesta gran utilitat la majoria d'usuaris segueixen realitzant overclocking des de la BIOS de la placa ja que és més rigorós i fiable. Només és compatible amb sistemes que comptin amb un processador d'Intel..

### 2.- AMD Overdrive

Overdrive és un altre programa que permet realitzar overclocking des del propi sistema operatiu, però en aquest cas desenvolupat per l'altra empresa líder en processadors, AMD. Té la capacitat la mateixa varietat que el programa anterior, es poden ajustar voltatges, freqüències, multiplicadors... En aquest cas només compatible amb usuaris de processadors d'AMD.

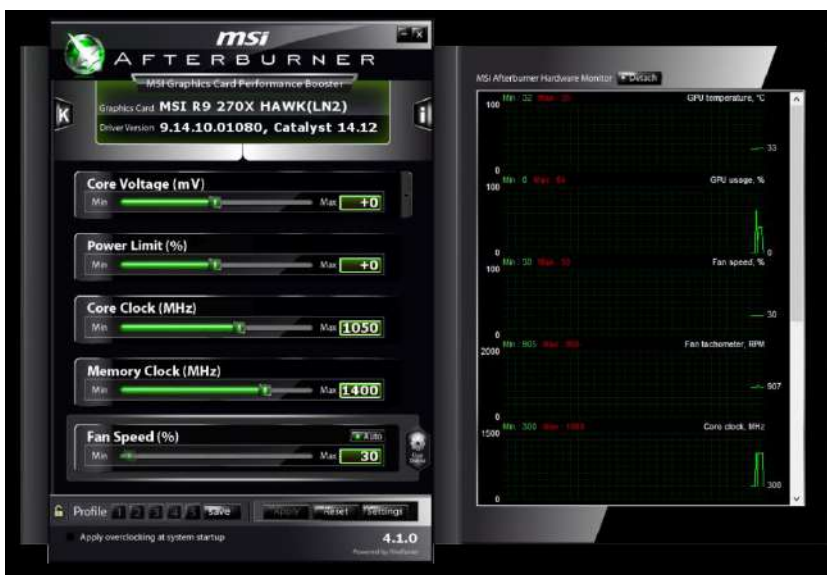


Imatge 56: Programa Extreme Tuning Utility d'Intel en execució

Imatge 57: Programa AMD Overdrive en execució

### 3.-MSI Afteburner

Afterburner és el programa per excel·lència utilitzat en l'overclocking de GPU. La targeta gràfica, a diferència de la CPU i la memòria RAM, és habitualment overclockejada des del mateix sistema operatiu i en la major part dels casos des d'aquest programa. Permet modificar molts paràmetres sobre la freqüència i el voltatge del nucli gràfic i la seva memòria; i amb l'enllaç amb el programa RivaTuner la possibilitat de monitoritzar una infinitat de característiques del sistema en temps real, és a dir, és capaç de mostrar-nos informació com la temperatura o la freqüència d'uns certs components mentre executem un altre programa qualsevol. A més compatible amb gairebé tots els models i marques de gràfiques existents.



Imatge 57: Programa MSI Afterburner en execució.



### 4.2.3.-Tests d'estrès

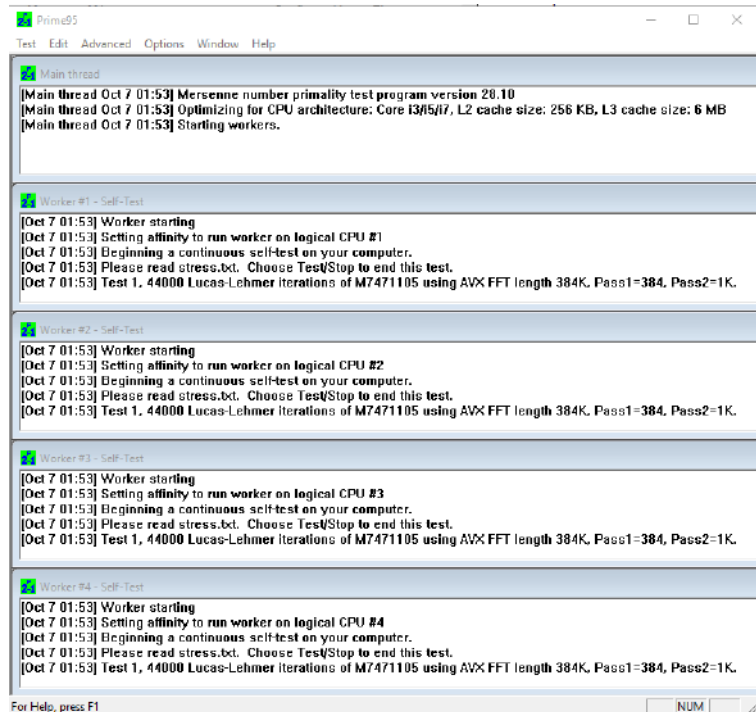
#### 1.-Prime 95:

És un programa utilitzat des de fa molts anys i la seva gran utilitat és l'estrès intens de processador i memòria RAM. Mitjançant el procediment de complexes sumes i equacions

matemàtiques aconsegueix executar el 100% del nostre processador amb facilitat.

Consta amb diferents configuracions per si la nostra intensió és exprimir especialment la memòria Ram i caché. La majoria d'overclockers deixen aquest programa executant-se durant hores un com han assolit l'overclocking desitjat per assegurar-se que tots paràmetres són estables.

Imatge 58: Programa Prime 95 en execució.



```
Prime95
Test Edit Advanced Options Window Help

Main thread
[Main thread Oct 7 01:53] Mersenne number primality test program version 28.10
[Main thread Oct 7 01:53] Optimizing for CPU architecture: Core i3/i5/i7, L2 cache size: 256 KB, L3 cache size: 6 MB
[Main thread Oct 7 01:53] Starting workers.

Worker #1 - Self-Test
[Oct 7 01:53] Worker starting
[Oct 7 01:53] Setting affinity to run worker on logical CPU #1
[Oct 7 01:53] Beginning a continuous self-test on your computer.
[Oct 7 01:53] Please read stress.txt. Choose Test/Stop to end this test.
[Oct 7 01:53] Test 1, 40000 Lucas-Lehmer iterations of M7471105 using AVX FFT length 384K. Pass1=384, Pass2=1K.

Worker #2 - Self-Test
[Oct 7 01:53] Worker starting
[Oct 7 01:53] Setting affinity to run worker on logical CPU #2
[Oct 7 01:53] Beginning a continuous self-test on your computer.
[Oct 7 01:53] Please read stress.txt. Choose Test/Stop to end this test.
[Oct 7 01:53] Test 1, 40000 Lucas-Lehmer iterations of M7471105 using AVX FFT length 384K. Pass1=384, Pass2=1K.

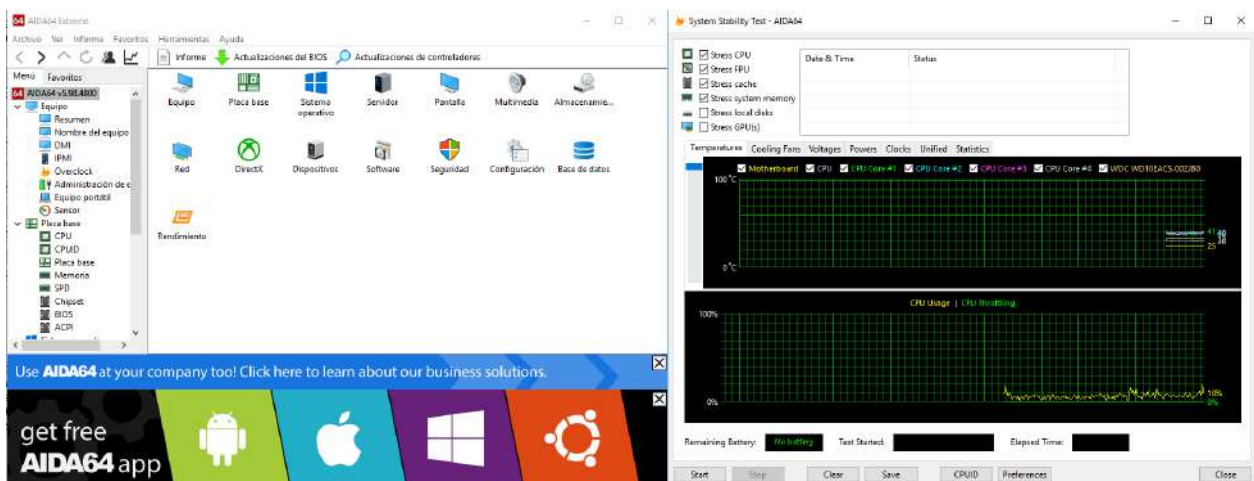
Worker #3 - Self-Test
[Oct 7 01:53] Worker starting
[Oct 7 01:53] Setting affinity to run worker on logical CPU #3
[Oct 7 01:53] Beginning a continuous self-test on your computer.
[Oct 7 01:53] Please read stress.txt. Choose Test/Stop to end this test.
[Oct 7 01:53] Test 1, 40000 Lucas-Lehmer iterations of M7471105 using AVX FFT length 384K. Pass1=384, Pass2=1K.

Worker #4 - Self-Test
[Oct 7 01:53] Worker starting
[Oct 7 01:53] Setting affinity to run worker on logical CPU #4
[Oct 7 01:53] Beginning a continuous self-test on your computer.
[Oct 7 01:53] Please read stress.txt. Choose Test/Stop to end this test.
[Oct 7 01:53] Test 1, 40000 Lucas-Lehmer iterations of M7471105 using AVX FFT length 384K. Pass1=384, Pass2=1K.

For Help, press F1 NUM
```

## 2.-AIDA64 Extreme

AIDA64 és un programa molt complet que ens proporciona molta informació sobre el sistema entre altres aspectes, no obstant, la seva propietat més destacada és la capacitat de realitzar un test d'estabilitat de pràcticament tots els components del nostre sistema, al mateix temps que el mateix programa ens indica l'evolució de la temperatura d'aquests i ens avisarà en cas d'alguna irregularitat o inestabilitat en aquests.



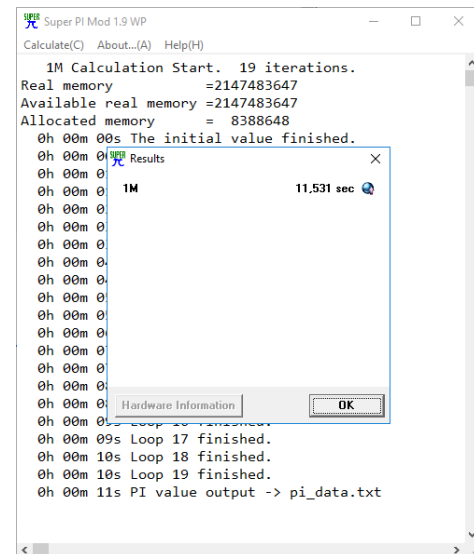
Imatge 59: Programa AIDA64 en execució, a la part esquerra el menú general i a la dreta la secció on podem realitzar el test d'estabilitat.



#### 4.2.4.-BenchMarks:

##### 1.-SuperPI

SuperPi és un programa que s'encarrega de calcular una quantitat determinada de díigits del nombre PI mitjançant el logaritme anomenat Gauss-Legendre. Des dels inicis del overclocking ha sigut un referent a l'hora d'avaluar el rendiment i l'estabilitat de molts equips. Fins al punt que la majoria d'overclockers professionals segueixen instal·lant Windows XP en els seus equips d'overclock extrem, ja que aquest sistema operatiu donà una lleugera millor puntuació en aquest benchmark. El programa ens permet calcular diferents quantitats de díigits del nombre pi, des de 16 mil a 32 milions i de cadascuna d'aquesta existeix una classificació mundial molt competitiva.

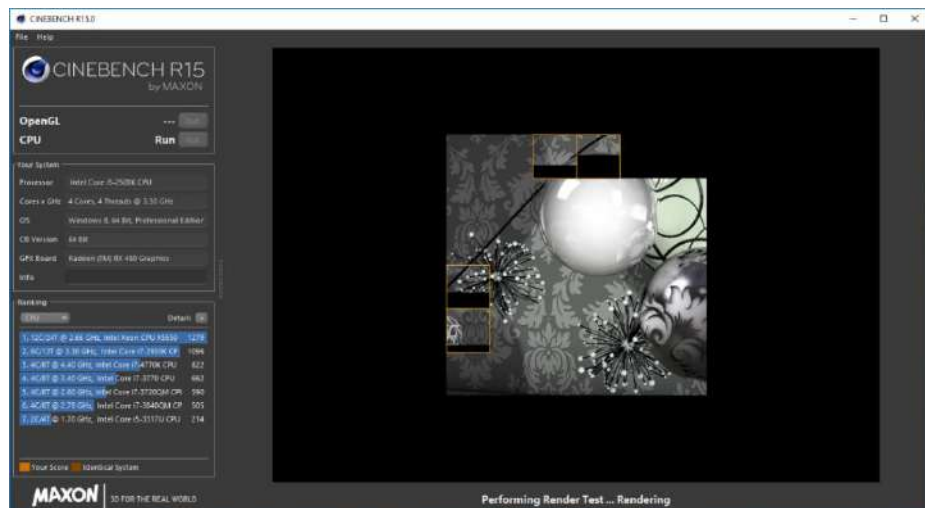


Imatge 61: Programa SuperPi després d'executar 1M de díigits de Pi

##### 2.-Cinebench R15

Cinebench R15 és un benchmark enfocat novament a la CPU. Calcula la potència bruta d'aquesta mitjançant la renderització d'una imatge d'altíssima resolució. Cinebench és també molt utilitzat en el sector del overclocking però a diferència de SuperPi, que la seva millora de rendiment va acompanyada principalment de l'augment de freqüència, en aquest cas la millora és més important amb l'augment dels nuclis del processador.

Imatge 62: Programa cinebench R15 en execució, calculant la imatge d'immensa resolució.



### 3.-Unigine Heaven Benchmark

Unigine Heaven Benchmark és un programa dedicat a calcular el rendiment brut de la targeta gràfica. Aquest calcula una animació que requereix una gran potència gràfica i et dona un resultat amb el número de FPS mitjans, mínims i màxims que ha executat l'animació la teva gràfica i la puntuació que aquesta suposa.

Imatge 63:  
Programa  
Unigine  
Heaven  
executat  
amb èxit



S'ha de tenir en compte que evidentment no necessitem tot aquest programari per realitzar overclocking, aquest és un recull dels que jo considero més útils.

El mínim programari que necessitaríem per realitzar overclocking a la CPU és el programa CPU-Z per poder observar que tots els paràmetres s'hagin aplicat correctament, un test d'estress per comprovar l'estabilitat del overclocking com el Prime95 i un programa per veure les temperatures tant en carrega com en pausa tal com el HWMonitor, o tanmateix l'AIDA64 Extreme que és capaç de realitzar les dues funcions esmentades anteriorment en temps real.

Per realitzar overclocking a la memòria RAM seria exactament la mateixa base de programari però fixant-se en altres paràmetres d'aquests.

En canvi en cas d'overclockejar la gràfica hauríem d'instal·lar com a mínim el MSI Afterburner per modificar l'overclocking i observar les temperatures i un test d'estres com el FurMark per comprovar-ne la estabilitat.

No obstant aquest són els requisits mínims recomanats però sempre és recomanable tenir el màxim de programes possibles, ja que sovint aquests mostren valors erronis a causa del procediment que han de seguir per aconseguir la informació del sistema, a més a més es recomanable tenir un "BenchMark" per poder mesurar el rendiment final i observar que sigui equitatiu amb l'overclocking realitzat, finalment també és important controlar els ventiladors a través de l'SpeedFan o algun altre programa o algun altre programa especialitzat per poder controlar les temperatures.

### 4.3.-Aprentatge del hardware i referències

Un cop sabem quins dels nostres components ens és permès realitzar overclocking, la qualitat d'aquests i del seu sistema d'alimentació i refrigeració i hem instal·lat el programari necessari hem de realitzar una petita investigació basada en els coneixements de la comunitat i algunes dades que ens proporcionen els fabricants per començar l'overclocking amb alguns coneixements específics essencials.

Primer cal fer un petit estudi de les **temperatures**, el més útil en aquesta investigació serà basar-nos en els l'experiència d'altres usuaris, ja que hi ha molta informació sobre aquest tema i la majoria bastant rigorosa i fiable. Quan parlem de dissipadors que refrigeren a com a màxim la temperatura ambient el mínim de temperatura sempre serà el millor pel component, és per això que la majoria de fabricant només mostren un límit de temperatura màxima, no obstant això sempre depèn del component.

En el cas dels processadors Intel actuals teòricament tenen dues tipologies de temperatures bastant semblants, a primera és la TCase que representa la temperatura general del processador i sol ser la que es representen la majoria de softwares mitjançant la denominació "CPU", però realment la temperatura més rellevant és la TJunction, aquesta representa la temperatura de cada nucli del processador i el seu límit sol ser uns 5º superior a l'anterior. Així que normalment la temperatura màxima del processador és denomina amb la TJunction màxima mentre que la majoria de softwares mostren la TCase que sol ser 5º inferior. Sempre pot sorgir el cas que una CPU deixi de funcionar a



temperatures normal, no obstant, si seguim les temperatures recomanades pel fabricant mai hauria de passar res.

Seguint amb les temperatures, en qualsevol processador hi ha 3 graus de temperatures essencials, la primera és la temperatura màxima de treball constatat, sol ser els voltats de 66,8° en els processadors d'Intel, i si treballem constantment en temperatures més elevades podrem accelerar considerablement la degradació del processador. La segona és la temperatura d'estrangulament tèrmic o "throttling" aquesta temperatura anomenada TJ Max en alguns casos és el punt en que el processador disminuirà la seva freqüència i per tant el seu rendiment i per evitar malmetre's, es troba entre els 95° i 105° habitualment. Finalment si la temperatura no para d'augmentar i si sobrepassa 25° per sobre d'aquesta el processador s'apaga per no danyar definitivament la seva integritat.

Bé doncs, a l'hora de saber si les temperatures de treball són realment adequades, haurem d'observar la temperatura en què normalment tenim treballant el component i la temperatura màxima que assoleix en casos puntuals. Mentre que la constant sempre hauria de ser notablement inferior a la temperatura màxima de treball, la màxima assolida en períodes concrets (amb els estres test per exemple) s'hauria de situar entre aquesta i la temperatura d'estrangulament.

Per tant els processadors haurien de tenir una temperatura constant màxima d'entorn els 60/65° i una puntual entre els 75/80° majoritàriament.

En el cas de les targetes gràfiques solen suportar una temperatura relativament més alta, constatat màxima entre 65/70° i puntual d'uns 80/85°.

En cas dels discs durs mecànics la constant màxima ronda entre el 40/45°, la puntual uns 55°.

En les memòries RAM el factor temperatures no sol ser un limitant, no obstant, la seva temperatura màxima constant rondaria els 75° i la puntual uns 90°.

La temperatura màxima del VRM depèn molt de la qualitat d'aquest però sol rondar els 65° constants i 75° puntuals.

Aquests valors de temperatures son generals i aproximats, el més correcte és que cada usuari busqui aquests valors envers el model dels seus components, del mateix fabricant o de l'experiència dels usuaris, ja que poden variar considerablement. D'aquesta manera tindríem unes referències, abans de

començar a overclockejar, d'un dels límits més rellevant d'aquest, les temperatures.

El segon estudi que haurem de realitzar és sobre els **voltatges** màxims. Aquest és relativament més incert i ens haurem de basar completament en l'experiència de l'usuari o en la lògica. Encara que mantenim al component a temperatures adequades en tots els escenaris si utilitzem voltatges massa elevats podem accelerar desmesuradament la degradació d'aquest o inclús malmetre aquest irreversiblement, és per això que abans de començar a overclockejar d'informar-nos sobre l'impacte del voltatge en els nostres components i assolir-ne el risc fins a un cert punt:

En el cas de la CPU sol venir a una configuració de voltatge automàtic inferior 1,25V per assolir la freqüència d'estoc, en la majoria de processadors aquest voltatge és pot augmentar fins a 1,35V sense augmentar pràcticament la degradació d'aquest tot i que la majoria d'aquests no arriben als seus límits fins a tensions de més de 1,7V en l'overclocking extrem, no obstant, en l'overclocking comú mai és recomanable passar de 1,45V, encara que això és molt relatiu, depenent molt del model del processador o del factors de la loteria del Silici.

En el cas de la RAM DDR4 els valors de estoc ronden els 1,2V, és correcta augmentar-los fins a 1,35V i no es recomana passar mai del 1,5V tot hi que tinguis temperatures més que acceptables.

Els voltatges en les gràfiques són més dependents del model d'aquesta, normalment funcionen a voltatge de menys d'1V, fins a 1,15V és acceptable i a més de 1,2V ja són tensions arriscades. No obstant, en les gràfiques el factor temperatures sol ser més limitant i els voltatges es modifiquen per % respecte l'inicial a diferència de la RAM i la CPU.

Els voltatges esmentats són voltatges generals i de referència, el més correcte és buscar l'experiència d'altres usuaris amb el teu propi component o un d'un de la mateixa família i treure'n les pròpies conclusions i voltatges que vols assumir envers les altres experiències.

Com que l'overclocking es realitza mitjançant prova i error sempre és útil buscar diferents configuracions d'altres usuaris amb equips similars al nostre per veure quina relació de voltatge respecte a la freqüència utilitzen. Evidentment el



voltatge que necessitarem nosaltres serà en la majoria dels casos diferent del que l'altre usuari ha necessitat per arribar a la mateixa freqüència, no obstant, en les plaques actuals podem configurar milers de voltatges diferents així que tenir diferents referències no és una mala opció per aproximar-nos molt més ràpidament al valor que necessitem per assolir la freqüència desitjada.

Per altra banda també és recomanable buscar una guia d'overclocking específicament de la teva placa o socket, ja que el procediment final per overclockejar el sistema pot canviar enormement envers el model de la teva placa i el socket d'aquesta. Per exemple en l'overclocking actual la freqüència del FSB pràcticament no es modifica en cap cas, ja que és molt inestable i pràcticament no aporta cap rendiment, tot l'augment de les freqüències es realitza mitjançant els multiplicadors PLL dels components corresponents, en canvi en el socket 775 s'overclockejava pràcticament en tots els casos el FSB (que en aquell moment era el BCLK), ja que d'aquesta manera es podien assolir freqüències i rendiments molts superiors. A més a més és necessari buscar una guia sobretot en el cas que vulguem assolir un alt overclocking. Ja que a part del mateix voltatge del mateix component overclockejat existeixen altres voltatges com el del multiplicador PLL, del VRM o alguns de la mateixa placa que s'han de modificar en cas que vulguem assolir rendiments molt elevats. A més a més els mateixos paràmetres a vegades reben nomenclatures diferents segons el model.

#### 4.4.-Inici de la prova i error

Abans de modificar cap paràmetre és recomanable realitzar un test d'estres a tots els components per assegurar-nos que tot funciona correctament en el més dur dels escenaris amb la configuració predeterminada. El més dinàmic i ràpid en aquest cas és utilitzar AIDA64 Extrem, amb un test d'estrès a tots els components.

Si el test d'estabilitat ens dóna un error de hardware, vol dir que amb la configuració de sèrie algun dels nostres components ja no funcionen correctament així que s'haurà de procedir a provar el test component per component per veure el que ens dóna error novament i prendre mesures per esbrinar si funciona correctament mitjançant altres programes, augmentant el seu voltatge o baixant la seva freqüència de sèrie en alguns casos...

Si en canvi aquest primer test ens dóna un error de "thermal throttling" o les temperatures de la gràfica del programa augmenten més que les establertes en l'apartat anterior procedirem en analitzar el sistema de refrigeració del component, reduir la seva freqüència i/o voltatge, en cas que sigui un disc dur comprovar-ne l'estat amb algun altre programa...

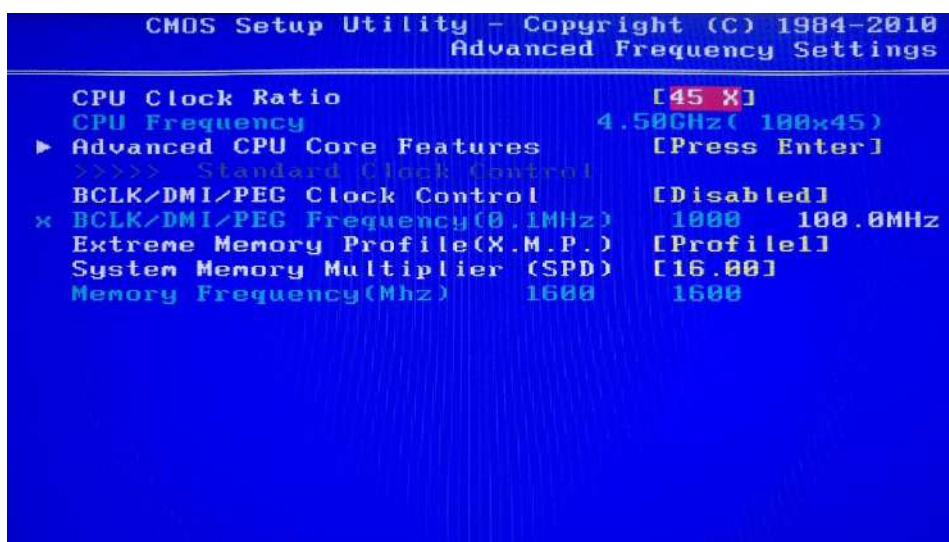
També és recomanable passar alguns Benchmarks abans de l'overclocking per poder comparar la millora de rendiment al final del procés.

En cas que passi el test el següent pas és entrar a la BIOS, reiniciant l'equip i polsant les tecles "Dell", "Esc" o "Supr" (dependrà de la marca de la placa) abans que aquest comenci a iniciar el sistema operatiu, és recomanable que aquesta estigui actualitzada tot hi que en la majoria de casos no és imprescindible.

Un cop a la BIOS buscarem l'apartat dedicant a l'overclocking als paràmetres de la freqüència i el voltatge. Localitzarem primer de tot el voltatge del processador, anomenat "CPU Vcore" en la majoria dels casos, la freqüència de la base de la placa, actualment anomenat "BCLK" (100mhz) o "FSB" en els equips de més antics i el multiplicador del processador anomenat "CPU Clock Ratio" en la majoria de de BIOS. Un com localitzats aquests tres que són els principals paràmetres utilitzats per l'overclocking de CPU.

La freqüència final del processador tal com s'ha esmentat en l'apartat 2.1.5\* és la freqüència base de la placa base multiplicada pel multiplicador del processador.

Una opció bastant comuna per iniciar l'overclock és col·locar la freqüència normal de treball a la màxima freqüència que treballa el processador de fàbrica, ja que normalment els processadors tenen tecnologies que els permeten augmentar la seva freqüència en escenaris concrets (Turbo Boost...). Per exemple, en cas que tingués una freqüència màxima de 4,4ghz en tots els nuclis, posem aquesta mateixa com a freqüència base del processador, en aquest cas amb un "FSB" de 100mhz i un multiplicador de la CPU x44 "CPU Clock Ratio" que proporcionarien els 4,4ghz de base desitjats. Si el processador no té cap d'aquestes tecnologies podem deixar la freqüència d'estoc, ja que en aquesta primera configuració l'objectiu és tan sols optimitzar el màxim el voltatge de sèrie.



Imatge 64: Apartat de la BIOS de la placa gigabyte p67a-ud3-b3 que ens permet canviar les freqüències del processador, de la placa (BCLK) i de la RAM

Tot seguit ens disposarem a reduir el "CPU Vcore", normalment aquest es troba en un altre subapartat de voltatges de la placa, començarem per reduir-lo tan sols una quantitat petita com -0,01V\* i guardarem la configuració a la BIOS i

reiniciarem l'equip. Passarem un estres test al processador durant almenys 10 minuts (Prime95/AIDA64), en aquesta nova configuració les temperatures haurien de ser inclús més baixes que en la configuració predeterminada ja que hem mantingut la freqüència però hem reduït el voltatge i la corrent. És important tenir obert un altre programa si no el propi administrador de tasques de Windows per observar que el processador treballi sempre al 100%, ja que hi ha casos en què les plaques modernes són capaces de corregir la falta de voltatge reduint el percentatge de càrrega del processador, en aquest cas el voltatge seria massa baix.

Si el processador funciona correctament després d'aquest 5/10\* minuts, voldrà dir que el processador és capaç de treballar amb aquell voltatge i freqüència i que, per tant, ja em trobat una configuració més optimitzada que la de fàbrica. Després tocarà tornar a entrar a la BIOS i sense tocar la freqüència tornarem a baixar el voltatge del processador uns altres  $-0,01V^*$  i procedirem a passar un altre cop l'estrès test de manera que si el passa ho tornàrem a fer fins que veiem que no és capaç de funcionar correctament. Quan això passi haurem trobat el límit de voltatge que pot funcionar el processador amb aquella freqüència que actualment encara és la freqüència d'estoc del processador, normalment aquest serà bastant més baix que el voltatge que el mateix fabricant estava aplicant per mantenir aquesta mateixa freqüència. Després l'únic que caldrà és tornar a reiniciar i augmentar-lo una mica, potser  $+0,005V^*$  perquè funcioni correctament.

Ara bé quan el component no pot funcionar correctament per un voltatge massa baix ho pot manifestar de diferents maneres i aquesta s'ha d'interpretar. La més normal és que quan passem l'estrès test l'ordinador es quedi congelat. Un altra opció seria que ens el component no funcionés el 100% tal com s'ha esmentat anteriorment. També podria ser que parts de la pantalla mostressin colors erronis durant alguns "frames" (normalment quan realitzem overclocking a la RAM). Podria sorgir al cas que al iniciant-se Windows ens sortís el la típica pantalla blava. En tots els casos en què el sistema no funcioni correctament a l'iniciar el sistema operatiu la solució és reiniciar-lo i canviar la configuració, ja sigui augmentant el voltatge, reduint freqüència... En el cas extrem podria succeir que el component no sigui prou estable per obrir la BIOS de la placa

base, en aquest cas hauríem d'esborrar la BIOS de la placa amb sistemes com treure la pila que porta la placa durant uns 2\* min, torna-la a posar, iniciant el sistema de nou i configurar la BIOS de nou. Envers l'error que ens haguí succeït voldrà dir que ens hem aproximat més o menys al límit del component, és a dir, si el processador ha sigut prou estable per a obrir Windows i iniciar el programa d'estres voldrà dir que haurem d'augmentar relativament poc el voltatge ja que estarem molt aprop del voltatge ideal, no obstant, si el processador no ha sigut suficientment estable ni per iniciar la BIOS, un programa extremadament senzill d'executar, significarà que estem molt lluny d'assolir el voltatge ideal i que cal augmentar-lo bastant per assolir-lo. D'aquesta manera es tracta d'un sistema per tanteig, de prova i error, i aquell qui sàpiga interpretar més ràpidament el comportament del sistema podrà assolir més ràpidament la configuració més optima.

Doncs bé si hem seguit tots els passos esmentats en l'apartat (4.1)\* d'anàlisi del hardware, mitjançant l'aplicació d'aquesta tècnica reiteradament, controlant les temperatures quan passem els stres tests, utilitzant les referències d'altres usuaris i aplicant-hi la lògica podrem arribar a la freqüència màxima i més optimitzada del nostre equip.

Així doncs un cop hàgim optimitzat el màxim el voltatge amb la freqüència de fàbrica del processador, tocarà començar a fer overclocking. Si és el primer cop que realitzes overclocking i no tens cap idea del voltatge que has de proporcionar-l'hi a l'augmentar la freqüència potser el més adient seria anar augmentar la freqüència del processador de 100mhz en 100mhz, d'aquesta manera et serà més fàcil encertar el voltatge adequat. Bé doncs la tècnica està en posar primer de tot un voltatge una mica alt per la freqüència que has posat d'aquesta manera sabràs que el processador quasi segur que passarà l'estrès test gràcies a les referències dels altres usuaris amb el mateix sistema que tu. Per exemple, si amb la freqüència base mencionada anteriorment, 4,4ghz el processador ha tingut prou estabilitat amb uns 1,22V i quan has buscat les referències has vist que molts usuaris havien aconseguit 4,6ghz estables amb 1,28V. Llavors el més correcte seria configurar 4,6ghz i 1,32V\*, un voltatge bastant més alt, ja que ja sabem que hi ha la possibilitat que el processador d'aquests usuaris pugui treballar a la mateixa freqüència un voltatge inferior. I

després un cop tenim un voltatge segur, fem exactament el mateix que la primera vegada, anem baixant el voltatge fins a trobar l'error i assolir el voltatge més optimitzat possible. És per això que es diu que com més temps disposis millor overclocking podràs assolir, entenen aquest "millor" com un voltatge més optimitzat. A causa del funcionament mitjançant l'aproximació d'aquest procés es diu que l'experiència és la millor eina per augmentar els coneixements d'overclocking, ja que ets capaç de deduir els voltatges necessaris i més òptims amb més facilitat. D'aquesta manera interpretem que encara que amb els paràmetres configurats el sistema s'iniciï i passi correctament els test d'estabilitat no té per què ser la configuració ideal, podem tenir un voltatge molt més alt que l'ideal i el sistema funcionarà de la mateixa forma, però estarem consumint més i augmentant les temperatures i la degradació del component, així que sempre s'ha de buscar el voltatge més òptim.

Hem de recordar que durant tot aquest procés s'han d'observar les temperatures màximes i quan utilitzem l'estrès test i comparar-les amb les establertes en l'apartat (4.3)\* d'aprenentatge del hardware i referències. S'ha de tenir en compte que estem estressant el 100% del nostre processador i per tant cascú considera si aquesta és una escena habitual o puntual en el seu equip i per tant si ha de tenir en compte la màxima temperatura habitual o tan sols la màxima temperatura puntual al comparar-les segons l'ús que l'hi doni.

Una opció és establir el límit de l'overclocking pel voltatge que s'està utilitzant i si aquest està dintre el rang que havíem plantejat. Per exemple, si a l'apartat (4.3)\* hem observat una referència en què a partir del voltatge 1,38V és possible que la degradació ja sigui notable en el nostre cas; augmentar la freqüència màxima que aquest voltatge ens permeti. Tot i això la majoria d'usuaris assoleixen el seu límit de freqüència respecte a la temperatura, ja que arriben a la temperatura màxima desitjada abans que el respectiu voltatge màxim.

Tot això tenint en compte que hem realitzat un bon anàlisi del nostre sistema d'alimentació (font i VRM) en l'apartat (4.1)\* d'anàlisi hardware i objectius i aquest no serà un factor limitant.

En cas que ni les temperatures, ni el voltatge, ni el sistema d'alimentació sigui un obstacle pel nostre equip i vulguem assolir freqüències superiors observarem que molts usuaris en aquestes freqüències del processador modifiquen molts voltatges diferents per fer overclocking només el processador. Això és perquè l'augment de corrent i de freqüència del processador en realitzar overclocking no només altera el funcionament d'aquest sinó que també requereix més potència del VRM per tant és habitual augmentar el voltatge proporcionat a les seves fases, de la mateixa manera que també s'augmenta el voltatge del seu multiplicador PLL, ja que ha d'enviar-li més senyals de freqüència que en l'habitual. Existeixen un munt més de paràmetres i relacions és per això que la complexitat d'augmentar un component a altíssimes freqüències requereix molts de coneixements i experiència, per això existeixen els professionals que s'hi dediquen ja esmentat anteriorment.

Per altra banda l'overclocking de la RAM es fa seguint la mateixa metodologia a diferència que s'hi ha d'afegir el factor que s'han de modificar les latències i els marges d'error no són tan tolerants com en el cas de la CPU per tant és més difícil d'overclockejar i sovint la millora de rendiment que ens permet tampoc és tan destacada.

La targeta gràfica en canvi és relativament més fàcil d'overclockejar, ja que s'ha de realitzar des del mateix sistema operatiu, però alhora els seus símptomes quan hi ha algun error a causa del poc subministrament de voltatge són més difícils d'interpretar. A més que es pot overclockejar tant el seu nucli gràfic com la seva memòria de RAM corresponent, el que provoca que sigui una feina més laboriosa alhora.

A l'acabar l'overclocking és recomanable passar alguns Benchmarks per veure l'augment de rendiment de l'equip, i comprovar que ens proporcioni el rendiment correcte comparant-lo amb el d'altres usuaris.

Bé doncs aquest és el procediment generalitzat per fer overclocking, el més important és esmentar tot el procés que s'ha de realitzar abans d'arribar a la

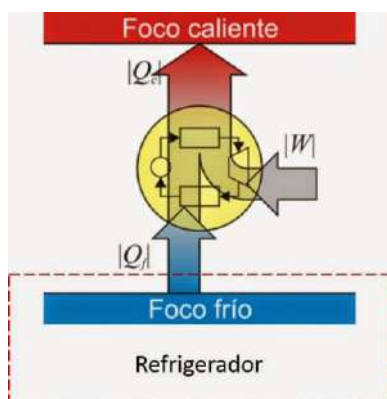
proba i error, ja que moltes guies de la xarxa expliquen directament l'últim pas i no informen de la importància d'un bon anàlisi i investigació del hardware previament.

## 5.-Introducció sistemes de refrigeració informàtics

El pas de corrent a través de qualsevol component informàtic i el seu interior de semiconductors origina una forta resistència elèctrica que provoca que molts electrons d'aquest corrent es dissipin en forma de calor, com ja hem vist anteriorment. Aquest fet suscita al component a escalfar-se i pel correcte funcionament dels seus d'aquest i els seus transistors és indispensable que aquest no treballi a temperatures molt elevades, és per això que van néixer els sistemes de refrigeració informàtics, un conjunt de mecanismes que treballen amb l'única funció de millorar la temperatura d'aquest.

### 5.1.-El principi tèrmic del dissipador

El sistema de refrigeració realitza la seva funció basant-se en el cicle termodinàmic. En el cicle termodinàmic aplicat en les màquines tèrmiques l'objectiu és obtenir treball, és a dir mitjançant la diferència d'escalfor entre dos punts, aconseguir un moviment o un treball per beneficiar-nos d'aquest, tal com realitza la màquina de vapor. No obstant, en un sistema de refrigeració l'aplicació és justament el contrari, mitjançant un cert treball o moviment el nostre objectiu és aïllar aquesta escalfor d'un punt per transportar-lo en un altre.



Imatge 65: Principi tèrmic d'un dissipador, apliquem un treball per extreure l'escalfor d'un punt per portar-lo en un altre.



## 5.2.-Tipus de sistemes de refrigeració

### 5.2.1.-Refrigeració per aire activa:

És el sistema més comú, es tracta d'una estructura metàl·lica, la majoria de casos d'alumini a causa de la seva conductivitat tèrmica i el seu cost, alguns casos també és de coure. El propòsit d'aquest és ampliar enormement el contacte del focus calent amb l'aire, d'aquesta manera la dissipació és molt major. A més a més la majoria d'aquests incorporen ventiladors que a l'originar un flux d'aire amb el dissipador augmenten encara molt més l'eficiència d'aquest, ja que augmenten extremament el contacte de l'aire amb el dissipador. D'aquesta manera com més contacte amb l'aire obtingui i millor relació hi hagi entre la temperatura del dissipador i la del component millor serà el resultat. Aquesta tipologia de refrigeracions es solen veure acompanyats de processadors i gràfiques, són senzills d'utilitzar i eficaços, no solen tenir un cost elevat tot i que n'hi ha de moles games diferents, els models de gama mitjà i gama alta se solen utilitzar amb bastant eficàcia en l'overclocking comú.



Imatge 66: Tres dissipadors enfocats a processadors del socket 775, dos són els de sèrie d'Intel el tercer és dissipador de coure de gama mitja. (Refrigeració personal de l'autor del treball.)

### 5.2.2.-Refrigeració per aire passiva:

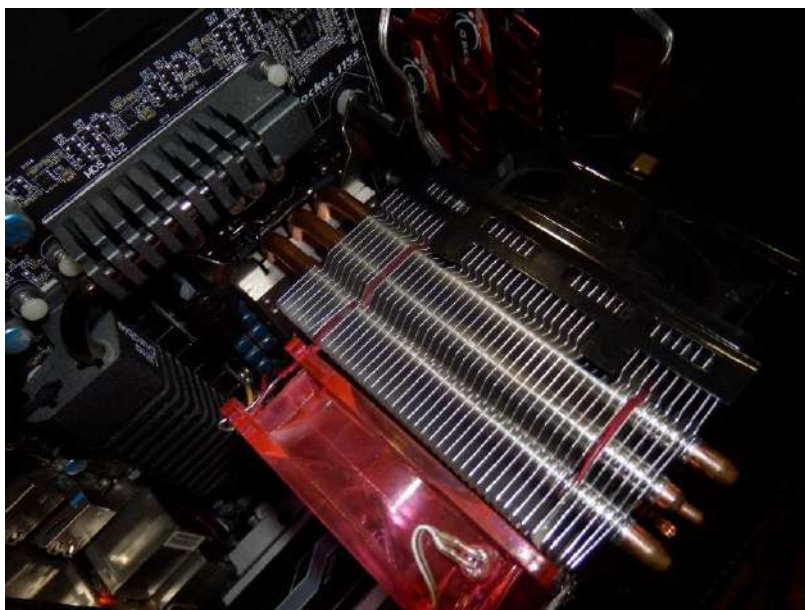
Funciona amb el mateix principi que el primer, d'aire activa, però amb la diferència que no incorpora ventiladors, d'aquesta manera la capacitat de dissipació és inferior però el cost i el soroll produït es nul. No se solen utilitzar per processadors ni altres components que consumeixin un corrent considerable, es troben als xips i VRM de les plaques entre altres components relativament secundaris.



Imatge 67: Dissipador d'aire passiu, es tracta del dissipador complet de la placa base MSI P45 Platinum, és de coure i enllaça el Northbridge el Southbridge i el VRM de la placa. (Refrigeració personal de l'autor del treball.)

### 5.2.3.-Refrigeració mitjançant Heatpipes:

Aquest sistema sol ser un complement de la refrigeració per aire i es basa en el canvi d'estat. Està format per un petit conducte de coure on dintre d'aquest i circula un líquid que quan es troba a la fase inferior amb contacte amb l'escalfor del component s'evapora amb facilitat amb l'escalfor que produeix el component. D'aquesta manera puja fins a la part superior del conducte on a causa del refredament es condensa i torna al seu estat inicial al principi del conducte. Els Heatpipes són utilitzats en sistemes de refrigeració actius per aire de CPU i GPU de mitjana i alta categoria, ja que permeten aïllar la calor del component millor que el mateix alumini. Inclús algunes plaques de gama alta n'incorporen en el seu sistema de dissipació.



Imatge 68: Dissipador d'aire actiu d'una CPU, consta de 6 Heatpipes encarregats de traspasar amb el màxim d'eficiència la temperatura del processador a les aspes d'alumini del ventilador. (Refrigeració personal de l'autor del treball.)

### 5.2.3.-Refrigeració líquida tot en un:

L'aigua és un element molt més dens que l'aire, d'aquesta manera té la capacitat d'absorbir i dissipar amb molta més consistència que l'aire. La refrigeració líquida tot en un és aquella que és t'incorpora tots els components de la líquida des del moment que la compres. Els elements imprescindibles són: Un radiador per refrigerar el líquid (normalment ventiladors), una bomba per moure el líquid a través del circuit, un bloc especialitzat pel component que s'ha de refredar i els tubs necessaris per enllaçar el circuit. Aquests sistemes solen utilitzar-se en processadors i en alguns models de gràfiques específiques. Els dissipadors de gama alta d'aire solen refrigerar millor que les líquides d'aquest sistema de gama baixa, tot i això en general aquests tipus de refrigeracions solen dissipar millor i algunes permeten overclockejar fins als nivells més alts de l'overclocking comú. Per altra banda solen durar menys anys que els dissipadors d'aire, ja que es deterioren més fàcilment amb l'aigua i alguns tubs acaben perdent aigua.



Imatge 69: Refrigeració líquida tot en un d'una CPU, la bomba es troba a la part superior de bloc pel processador, mostrat en la 2a imatge. (Refrigeració personal de l'autor reconstruïda a la part pràctica del treball.)



#### 5.2.4.-Refrigeració líquida custom:

Les refrigeracions líquides customs segueixen el mateix model que les "tot en un" però en aquest cas l'usuari ha de triar cada un dels components d'aquesta, assegurar-se que són compatibles i muntar-la ell mateix. La dificultat i el preu d'aquestes produeix que la majoria d'usuaris optin per una "tot en un", no obstant aquesta té una immensitat d'avantatges respecte de l'altre, la capacitat de personalització, més capacitat de dissipació, infinitat de components diferents, capacitat de reparació i actualització, muntatges amb capacitat per refrigerar tots els components desitjats...



Imatge 70: Refrigeració líquida custom que refrigera tant el processador com la gràfica. (Refrigeració de l'autor del treball desenvolupada a la part pràctica.)

### 5.2.5.-Refrigeració líquida per immersió

És un mètode no comercialitzat en el qual l'ordinador es submergeix dins d'un recipient amb un líquid no conductor com l'oli mineral i el mateix contacte d'aquest amb els components o dissipadors d'aquests augmenta la capacitat de refrigeració. Actualment aquest tipus de refrigeració només s'utilitza per exhibir-se sistemes d'una estètica xocant, ja que realment el seu rendiment en equips d'alta gama no és realment molt exitós i menys tenint en compte el seu elevat preu si volem fer un sistema realment sostenible amb refrigeració activa de l'oli a part. A més a més, amb el pas del temps l'oli mineral va obtenint conductivitat fins al punt en què podria danyar algun component de l'equip.



Imatge 71: Sistema d'alt rendiment submergit en oli mineral per Linustechtips, l'autor va adaptar-li un sistema de refrigeració custom per refrigerar la temperatura de l'oli submergit, no obstant les temperatures resultats no van ser molt exitoses.

### 5.2.6.-Cascada

En el món de l'overclocking és anomenat com "Cascada" els sistemes de refrigeració que mitjançant les físiques del canvi d'estat són capaços de refrigerar el component per sota la temperatura ambient. Aquest funciona amb el mateix principi que els frigorífics i els refrigeradors comercials, quan augmentem la pressió d'un gas la seva temperatura augmenta mentre que quan la disminuïm aquesta disminueix. El seu funcionament consisteix a circular un gas per un circuit tancat, quan aquest passa pel bloc de la CPU s'escalfa, just després aquest és comprimit i d'aquesta manera augmenta la seva temperatura encara més, després es refrigera aquest gas a temperatura ambient en un radiador però mantenint la pressió i finalment es disminueix la pressió d'aquest de manera que la temperatura també assolin temperatures per sota dels zero graus. El preu d'aquest sistema és extremadament car, ja que el sistema ha de tenir molta potència per refrigerar un processador a temperatures realment baixes, ja que aquest, a diferència d'una nevera, va produint una calor intensa i constant. Aquest sistema pot ser utilitzat permanentment i pràcticament només s'utilitza en llargues sessions d'overclocking extrem, les millors cascades construïdes per overclockers professionals superen els  $-150^{\circ}$  en alguns casos.



Imatge 72: Cascada artesanal d'alt rendiment, per sessions d'overclocking a temperatures extremadament baixes.



### 5.2.7.-Criogènia

Aquest mètode es basa en la utilització de matèries extremadament fredes per refrigerar el component. Aquest és el més usat en sessió d'overclocking extrem, no obstant, aquest només és temporal, ja que s'ha d'aplicar constantment la substància refrigerant. En aquest cas es sol utilitzar gel sec que refrigera fins a una temperatura de  $-78,5^{\circ}$  o nitrogen líquid que és capaç d'arribar fins als  $-195,8^{\circ}$ . Els inconvenients d'aquest sistema és el constant consum d'aquestes substàncies i la gran condensació que creen les baixes temperatures que sotmeten el sistema que obliguen a aïllar aquest correctament.



Imatge 73.- Equip refrigerat amb gel sec.  
(Refrigeració personal de l'autor del treball desenvolupada a la part pràctica.)



## 5.3.-Altres factors de la refrigeració

### 5.3.1.-La pasta tèrmica

En el contacte entre la base del dissipador i el component, si més no s'utilitzen uns ancoratges que els mantenen en contacte no és perfecte, ja que en el mateix metall d'aquests hi ha petites imperfeccions que provoca que el contacte entre ells no sigui del 100%. És per això que va sorgir la pasta tèrmica un compost altament conductiu tèrmic amb la finalitat de millorar la seva transmissor de calor. Existeixen tres tipus de pastes tèrmiques al mercat bàsicament: les primeres són les ceràmiques, solen tenir un color blanquinós i estan compostes per pols de ceràmica i silicona líquida. Les segones s'anomenen metàl·liques, solen tenir un color més grisos, ja que estan compostes de partícules d'algun metall conductiu tèrmic (alumini, plata o coure) conjuntament amb òxid de coure i silicona líquida, solen ser més eficients que les anteriors. I finalment també existeix les pastes tèrmiques composta exclusivament de metalls en estat líquid (comercialitzades com Thermal Grizzly) aquest és extremadament conductor tèrmic però és perillós, ja que si cobrim algun component que no sigui la tapa integral del processador podria causar danys irreparables a l'equip, ja que també és conductora de l'electricitat. A més a més no es pot utilitzar en dissipadors d'alumini, ja que el seu compost format bàsicament d'Estany, Gal·li i Indi reaccionen amb aquest metall i el deterioren extremadament ràpid.



Imatge 74.- Aplicació de la pasta tèrmica *Thermal Grizzly*

### 5.3.2.-Flux d'aire

L'aire de dintre la torre és el que utilitzen els nostres sistemes de refrigeració com a focus fred per refredar i en la majoria dels casos aquest està pràcticament aïllat de l'aire exterior. Si el consum d'un ordinador d'alta gama sol superar els 350W d'escalfor constant en rendiment màxim i aquest aire interior no es renova constantment el focus fred utilitzat per refredar els components augmentarà excessivament i per tant la temperatura d'aquest encara molt més. És per això que moltes caixes modernes o d'alta gama admeten un gran nombre de ventiladors al frontal, superior i darrera d'aquestes, de la mateixa manera que la font es situa en la part inferior de la caixa, per permetre més ventiladors en la part superior. El flux d'aire més recomanat és incorporar aire fred al sistema pel frontal d'aquest i treure l'aire calent provinent dels sistemes de refrigeració per la part superior i posterior, ja que l'aire calent tendeix a pujar. Tot i això hi ha usuaris que decideixen posar tots els ventiladors incorporant o extraient aire, en cas que estiguin tots extreien aire les temperatures seran millors que en el 1r cas però aquest s'embrutirà de la pols exterior més ràpidament, en canvi en el cas que estiguin tots entrant aire les temperatures seran superiors però la brutícia menor, per línia general.



Imatge 75.- Flux d'aire més recomanat i més habitual en equips de consums relativament alts i la progressió de la seva temperatura mitjançant els colors blau (fred) i vermell (calent).

## 6.-Experimetació: part pràctica

L'objectiu de la part pràctica és realitzar l'overclocking en tots els tipus d'equips i sistemes de refrigeració possibles, d'aquest poder observa l'efecte de l'overclocking des de tots els punts de vista possible i ratificar els coneixements esmentats durant la part teòrica. Per aconseguir aquesta meta s'havien d'aconseguir diferents equips i sistemes de refrigeració i després mitjançant l'experimentació determinar les seves diferències i límits. Per estudiar tots els aspectes de l'overclocking era necessari experimentar tant en l'overclock comú tant com en l'overclock extrem així que vaig dividir el treball en dues categories. En la primera provaria tota mena de dissipadors comuns i analitzaria el comportament d'aquests en diferents equips, totes les proves dedicades a la millora del rendiment sense augmentar de forma excessiva els voltatges ni la degradació del component overclockejat. El meu primer pensament era estudiar totes les games de dissipació d'aquesta categoria, des d'un dissipador d'Intel fins a una líquida custom, així que aquest era un dels dos grans projectes desenvolupats durant la part pràctica, el plantejament, el disseny, el muntatge i l'execució d'una refrigeració líquida custom per estudiar la gama més alta de refrigeració de l'overclocking comú. Per altra banda, per estudiar la categoria d'overclocking extrem el més adequat (tot i que també pots utilitzar qualsevol altre dissipador seguint la filosofia de l'overclocking extrem) era construir un sistema que refrigerés a temperatura per sota de zero, ja que és quan s'aconsegueixen els millors resultats, ja que la temperatura no és un límit. Així que em vaig plantejar la creació d'un sistema criogènic, bàsicament perquè és extremadament més barat que el sistema de canvi de fase i aconseguir fins i tot millors resultats, tot i que és més inestable.

## 6.1.-Desenvolupament del 1r projecte: La líquida custom

### 6.1.1.-Plantejement

El preu elevat d'aquest sistema i la poca necessitat realment d'aquest en el meu equip personal, ja que no és d'aquesta gama tan alta, van obligar-me a buscar un partidari que tingues present muntar-se un ordinador d'alta gama i proposar-li el desenvolupament d'una líquida custom en el seu sistema. Per sort ben aviat vaig trobar una persona interessada i vam començar la planificació del projecte. Els components de l'equip eren els següents:

CPU: i7 8700k

Placa base: Gigabyte Aorus z370 Gaming 5

RAM: G.Skill Ripjaws V Red DDR4 PC4-19200 2x8GB CL15

Torre: Phanteks Eclipse P400 Cristal Templado Negra/Roja

PSU: Corsair RM750x

GPU: Integrada del processador (actualitzaria en un futur)

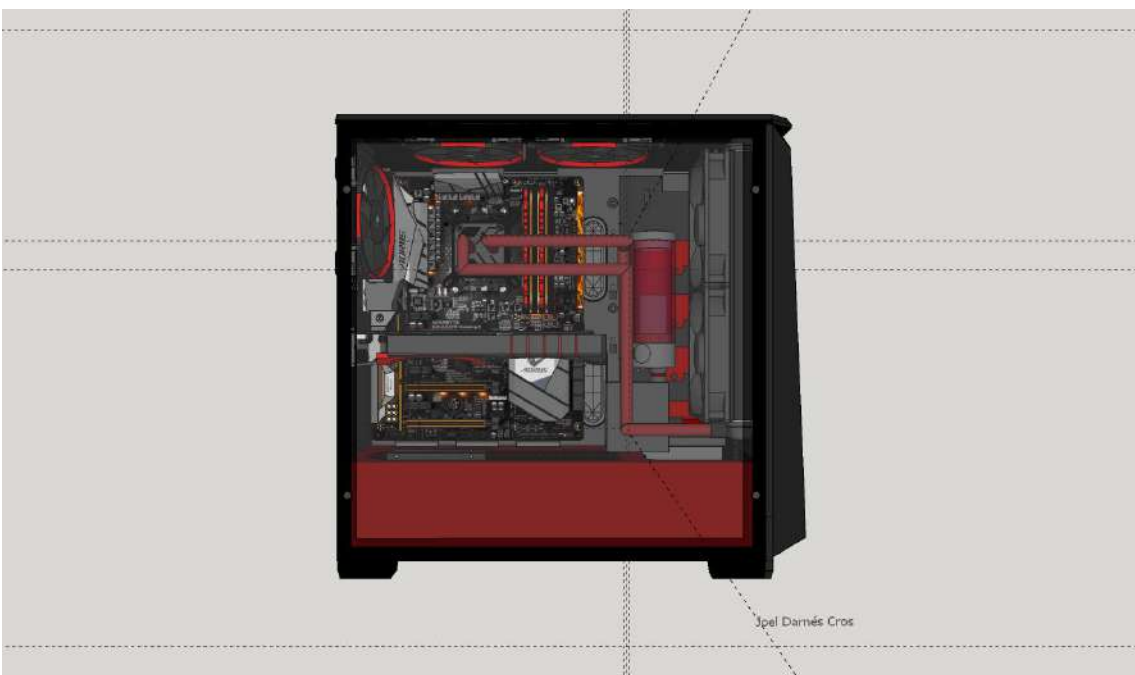
Si fem una anàlisi del hardware ben aviat arribarem a la conclusió que és un equip que permet tota mena d'overclocking (chipset z370 i processador K). Si ens centrem en l'alimentació d'aquest, la font és bàsicament la millor en la seva categoria i té inclús més característiques que les esmentades d'una font més que adequada per l'overclocking; el VRM de la placa tampoc es queda curt, 12 fases d'alimentació per només el processador i condensadors d'alta qualitat. A causa de la modernització d'aquestes plaques el sistema de refrigeració d'aquest VRM no és el més eficient però en termes d'overclocking comú mai assolirem el seu límit de temperatura. La caixa per altra banda no era la més adequada, ja que era relativament petita per muntar tota una líquida custom en el seu interior, no obstant, seria més que viable. L'idea inicial del sistema de refrigeració era que s'utilitzés per refrigerar tan sols el i7 8700k i que utilitzes un radiador de 240mm i tubs rígids de PETG. D'aquesta manera l'equip d'alta gama amb la líquida custom quedarien en perfecta concordança i harmonia.

### 6.1.2.-Estudi i disseny del circuit

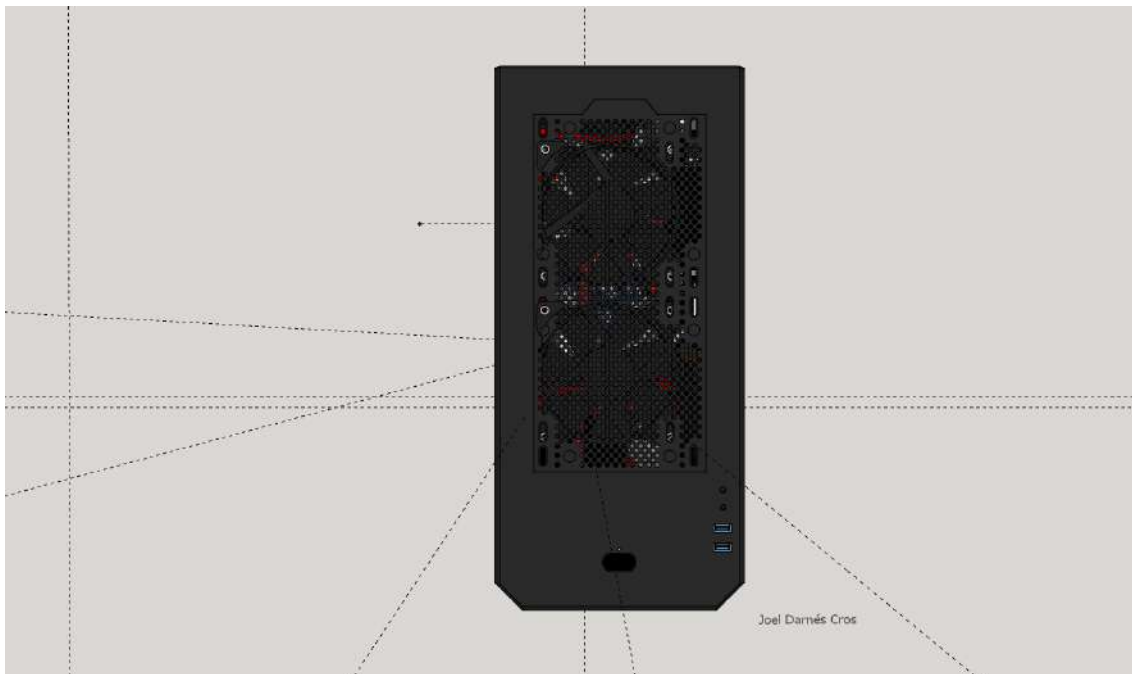
A partir de les necessitats del client vaig dissenyar una líquida d'acord amb els seus components i possibilitats. Vaig dissenyar-li amb l'Sketchup el que seria el resultat final de la líquida segons la planificació amb els seus components corresponents.



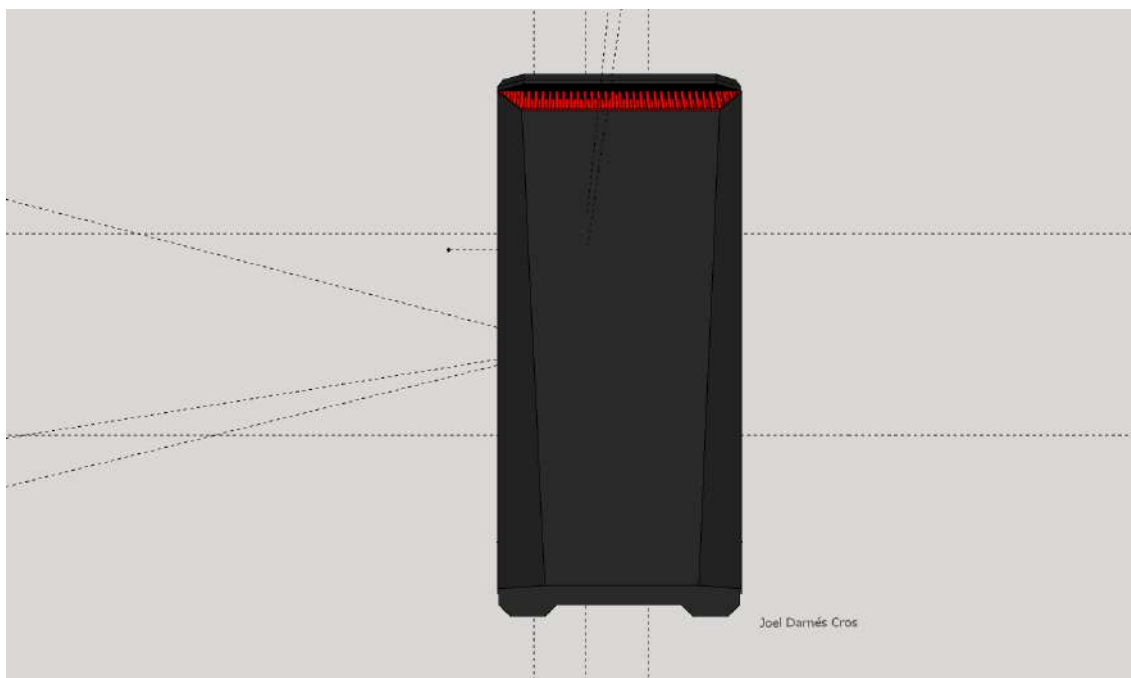
Imatge 76: Visió tridimensional del disseny de la líquida custom en l'Sketchup.



Imatge 77: Alçat de l'equip.



Imatge 78: Planta de l'equip.



Imatge 79: Perfil de l'equip.

(disseny avaluat i corregit per Víctor Puig, professor de disseny 3D del INS Pla de l'Estany)

L'ordre dels components en el circuit és bastant irrellevant sempre que la bomba estigui sota del dipòsit, no obstant nosaltres vam utilitzar un dels ordres més habituals: Dipòsit – Bomba – Radiador – Component a refrigerar – Dipòsit

### 6.1.3.-Obtenció del material

El client volia muntar la líquida de la manera més econòmica possible, ja que al seu pressupost inicial pel sistema no hi constava una refrigeració líquida d'aquestes dimensions. Buscant en el mercat de segona mà, parlant amb informàtics o altres alternatives que ens ajudessin a reduir el cost. Finalment vaig trobar un mestre informàtic del mateix centre que feia anys que havia comprat els components per una custom però que desgraciadament mai havia tingut temps per executar el dificultós muntatge. Així que ens va proporcionar la bomba, el radiador i el bloc de la CPU (pràcticament tots els components més costosos) a un preu molt accessible. Després vam comprar les peces restants corresponents per una botiga especialitzada d' internet. Uns dies després quan ja teníem pràcticament tots els components va sorgir una oferta extraordinària d'una gràfica d'alta gama amb el bloc per la refrigeració incorporat i vam decidir adquirir-la i dividir el circuit de manera que poguéssim incorporar-la. Un dels principals avantatges de la líquida custom és aquesta capacitat d'actualització, només vam haver de comprar més tubs i ràcords.

El material final obtingut va ser el següent:

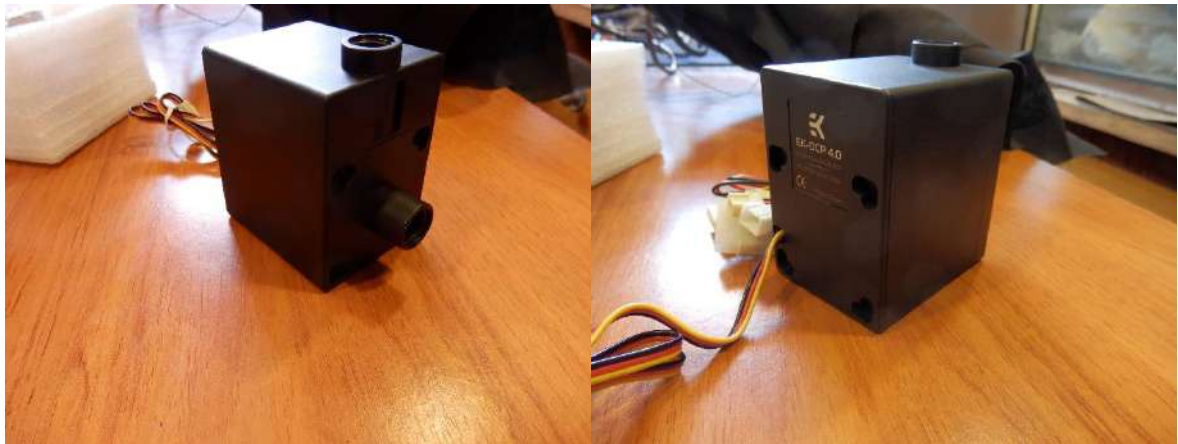


Imatges 80 i 81: Dissipador de 280x140mm amb els seus dos ventiladors de 140mm de pressió d'aire que vam adquirir.





Imatges 82 i 83: Bloc de la CPU i els seus ancoratges corresponents.

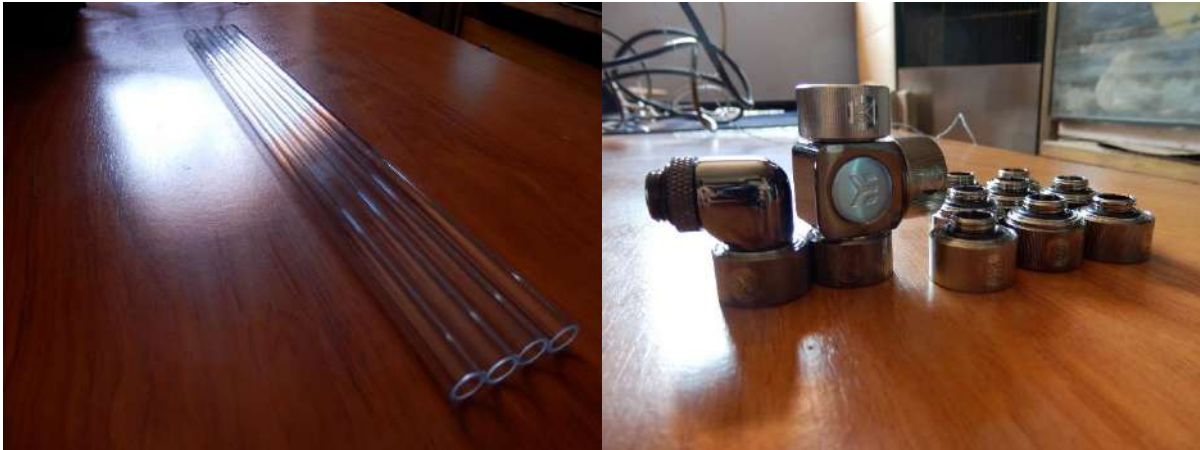


Imatges 84 i 85: Bomba d'aigua del circuit.



Imatges 86 i 87: Bloc del circuit i un sensor en forma de tap per poder observar la temperatura del líquid dintre d'aquest.

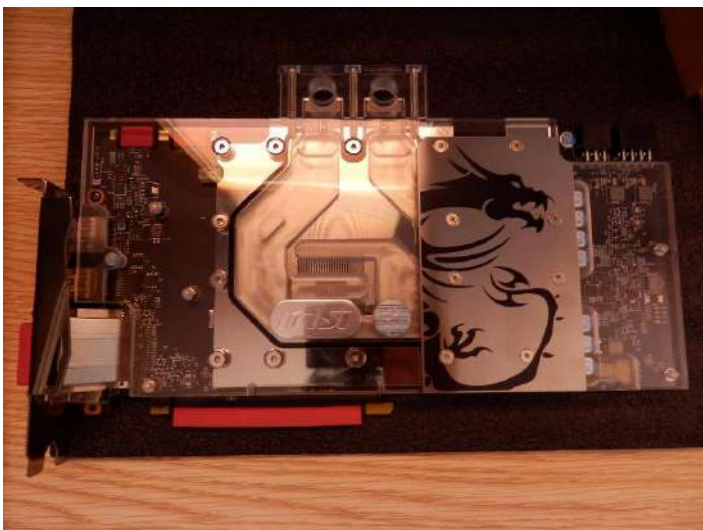




Imatges 88 i 89: Tubs necessaris rígids necessaris per a tot el circuit (en aquest cas 2m aprox.) i ràncords necessaris per correcta fixació d'aquest en el circuit.



Imatges 90 i 91: Concentrat de líquid refrigerant específic per aquesta tipologia de refrigeracions i 1L d'aigua destil·lada la qual s'ha de barrejar amb el concentrat per obtenir el líquid final.

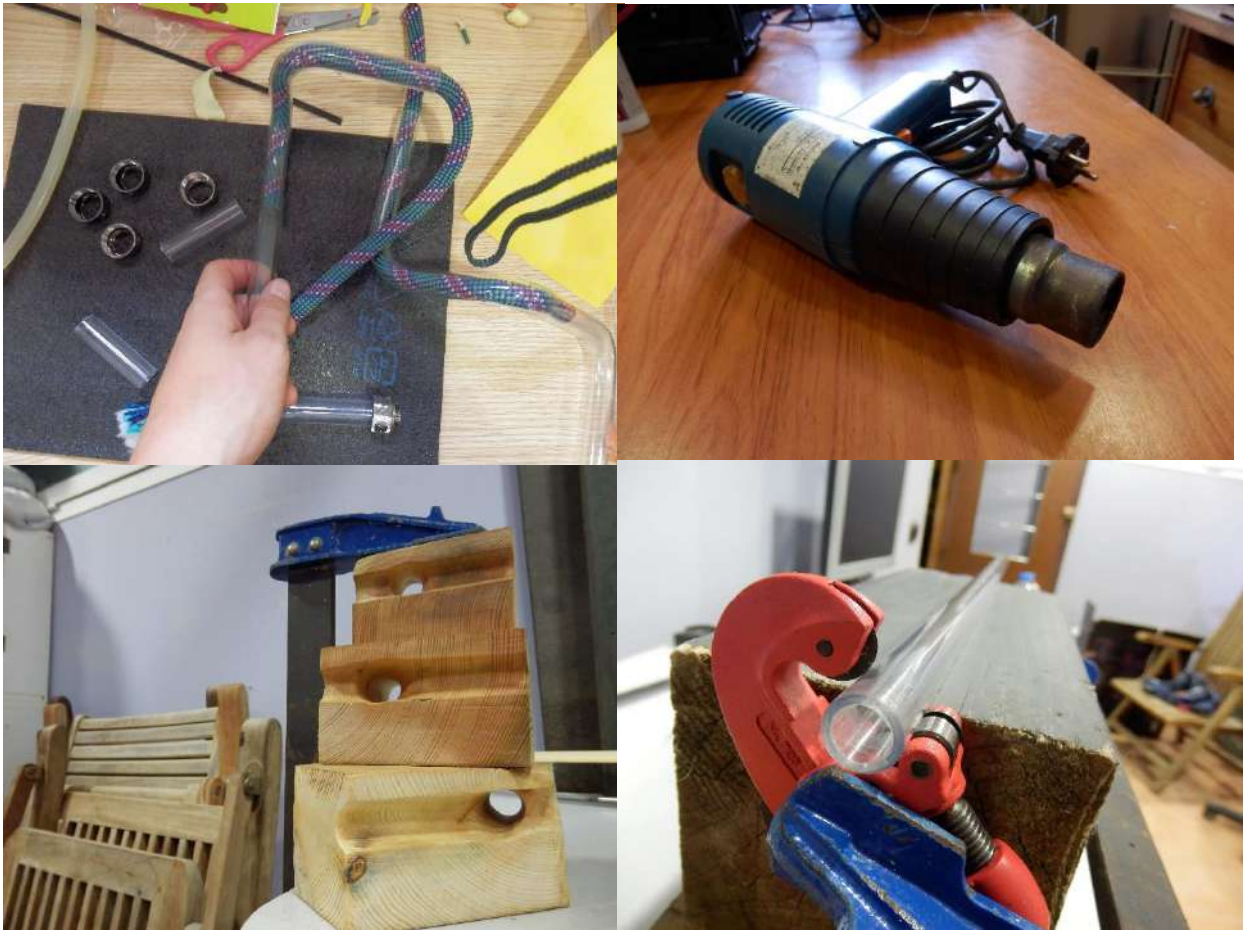


Imatge 92: Gràfica amb el bloc incorporat que vam afegir al circuit després de fer la planificació i el disseny. Es tracta d'una GTX 1080 SEA HAWK EK X.



Imatges 93,94 i 95: Altres components inicials de l'equip, processador, placa, font i memòria RAM.

**-Eines necessàries per l'execució del muntatge:**



Imatges 96, 97, 98 i 99: Bàsicament diferents eines utilitzades per la manipulació dels tubs rígids, per escalfar-los, moderar-los i tallar-los.



#### 6.1.4.- Execució del muntatge

Abans de començar el muntatge vam passar una sèrie de testos a la placa i a la resta de components per assegurar-nos que tot funciona correctament.



Imatge 100:  
Comprovació de la funcionalitat dels components abans de començar el muntatge.

El següent pas va ser crear els “motlles” de fusta per realitzar el gir del tub de la millor manera possible.



Imatge 101: Tall de la fusta necessària.



Imatge 102: Acotació dels punts de tall i de perforament necessaris.



Imatge 103: Després de realitzar els forats i els talls, polir-los fins al més mínim detall. El resultat son tres moltes, dos de 90° amb corbes més tancades o menys i un de 45° per altres tipologies de corbes.





Imatge 104: Vam procedir a muntar els components possibles a la caixa per veure que el plantejament sigues correcte i totes les mides encaixessin.



Imatge 105: Per poder saber exactament la mesura de cada tub del circuit vam decidir col·locar uns filferros al lloc d'aquest de manera que després els podíem extreure, mesurar-los i modelar un tub pràcticament igual. (idea personal)

Seguidament va començar la tasca més laboriosa i llarga, la fabricació de tots els tubs necessaris pel circuit. Es tractava d'omplir-los mitjançant una corda o un altre element que no permetés la deformació d'aquests, esclafar-los a la seva temperatura de fusió mitjançant la pistola de calor, modificar-los en l'angle necessari (normalment 90° o 45° mitjançant el motlle) i tallant-los un cop ja s'han refredat en la mida adequada mitjançant l'eina de tall corresponent i llimant-los perquè no danyin els ràcords.



Imatge 106: Refredant el tub amb el drap mentre s'acaba d'ajustar la curvatura del tub després de passar-lo per el motlle corresponent.



Imatge 107: Tallant el tub en la mida correcta després de modelar-lo en la curvatura correcte.

Bé doncs després de la fabricació de tots els tubs hi havia diferents processos que no vaig enregistrar fins al moment d'acabar el projecte, molt probablement pel commoviment per veure tot el sistema acabat i en funcionament. El cas és que després de moltes correccions a causa d'alguns tubs que no encaixaven per qüestió de mil·límetres s'havien d'incorporar els ràcords a tots els components els quals passava el circuit i després afegir-li el tub encaixant els dos extrems amb els ràcords corresponents. Finalment, revisar que tot el sistema estigues correcte i començar a emplenar el circuit amb el respectiu líquid començant per emplenar el dipòsit i anar apagant i encenent la bomba de manera que aquesta anés buidant el líquid d'aquest i repartint-lo per tot el circuit de manera que la bomba mai és quedés sense líquid treballant alhora, ja que després és pot malmetre.



### 6.1.5.-Successos inesperats importants durant el muntatge

Durant el procés de modelar els tubs ens vam adonar que aquests eren incapaços de realitzar corbes prou tancades sense deformar-se com per complir el circuit que havíem plantejat, és a dir, en el nostre plantejament havíem suposat corbes que físicament el material no podia assumir. Per solucionar aquest problema vam haver de serrar algunes petites parts de la caixa per moure al mil·límetre alguns components en el seu interior perquè encaixessin amb una corba menys pronunciada, ja que la caixa era extremadament justa per tot el sistema complet.



Imatge 108: Serratge d'una badia del disc dur que era un obstacle per la líquida.

També va sorgir un altre imprevist en aquest cas més greu, resulta que quan vam collar els ventiladors al radiador un dels cargols va passar la pròpia xapa on s'agafa aquest i el ventilador i va fer un petit forat en una de les aspes del radiador. Per culpa d'aquesta petita errada infortuna quan vam posar el sistema en funcionament perdia líquid pel forat realitzat per aquest cargol, per sort el líquid no es va acostar a cap dels components i vam poder reaccionar a temps. La solució va ser obrir la xapa en què es trobava el cargol i realitzar una soldadura en fred sobre el forat i tornar a muntar tot el sistema.



Imatge 109: Cantonada del radiador que va quedar danyada, amb la xapa oberta i el forat de sota soldat.

### 6.1.6.-Resultat final:

#### 6.1.5.1.-Resultat estètic i satisfactori:

Un cop vam tenir tot el sistema muntat i en funcionament vam arribar a la conclusió que el resultat estètic era realment impressionant i assolía totes les nostres expectatives inicials. A continuació hi ha un seguit d'imatges del resultat final.







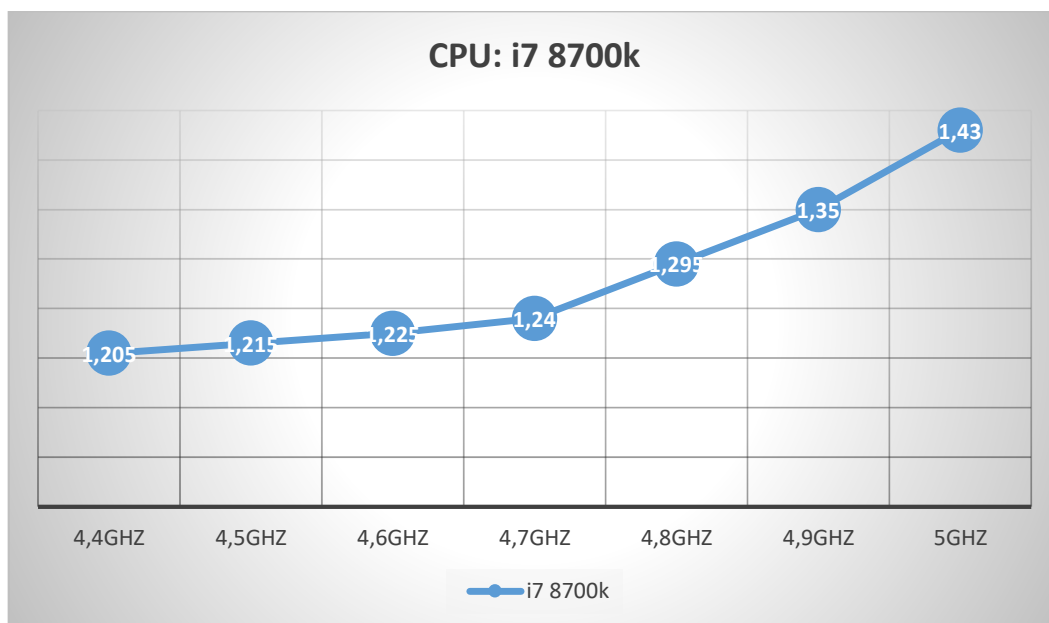
### 6.1.5.2.-Rendiment final i conclusió

Abans de realitzar overclocking en aquest sistema, el primer pas va ser crear un perfil dels ventiladors adequat des del mateix programa de la placa base en aquest cas.

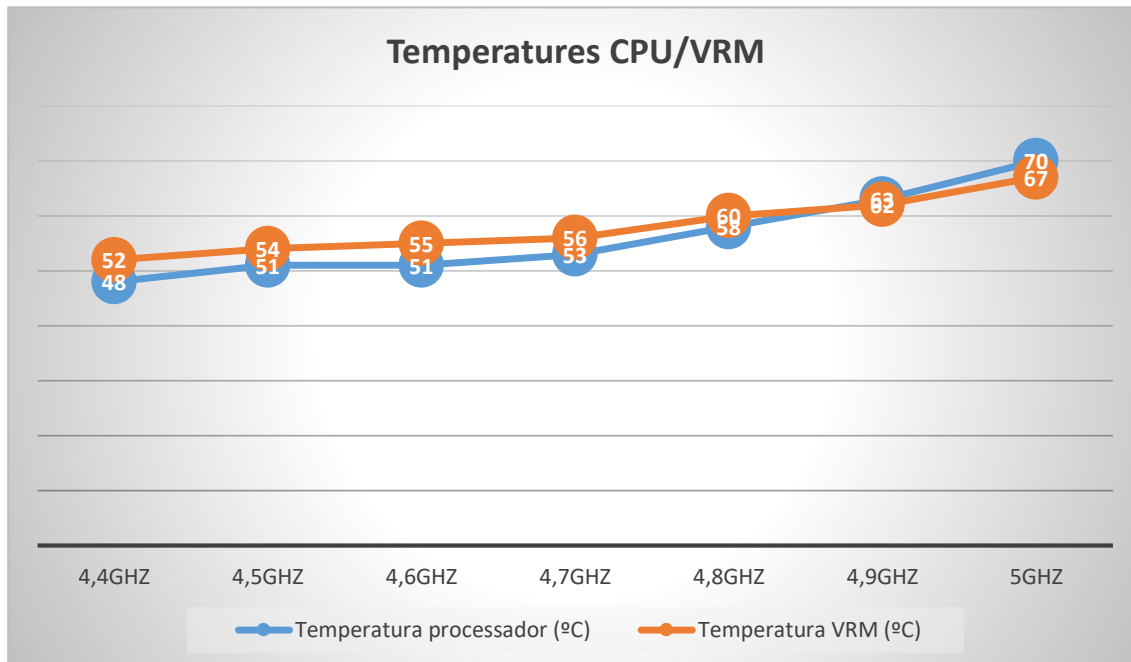


Imatge 110: Calibratge dels ventiladors i control de les temperatures posteriors a l'overclocking.

Tot seguit vam començar l'overclocking, primer de tot trobar tots els voltatges optimitzats respecte a la freqüència de la CPU. L'evolució d'aquest va ser la següent:

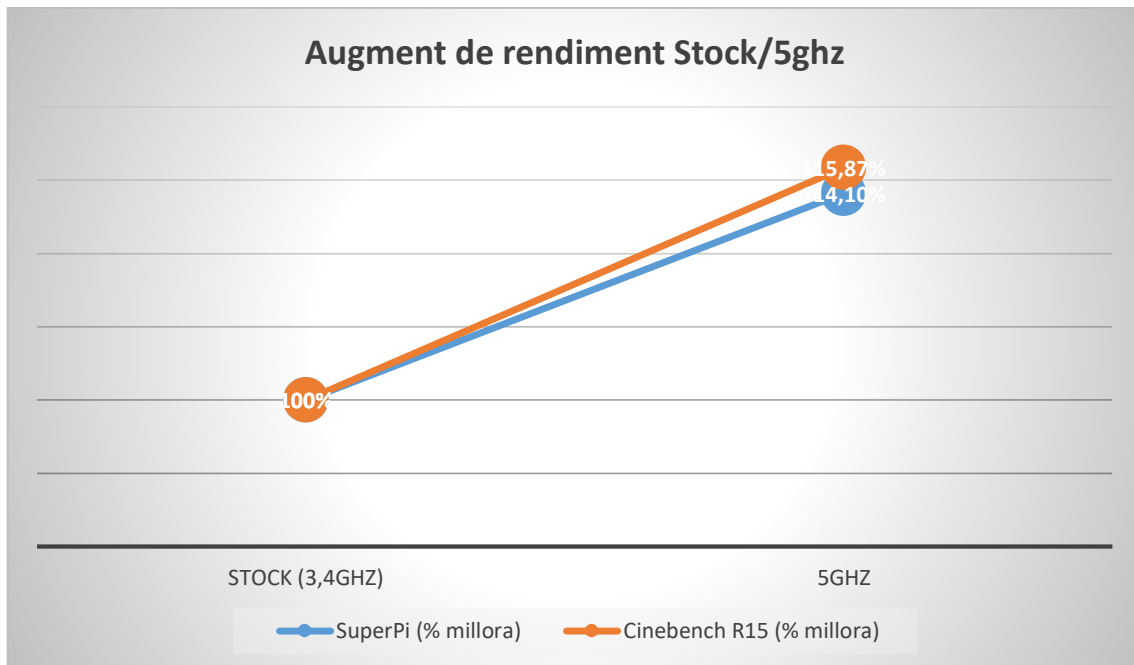


En aquest gràfic es mostren els voltatges mínims estables del processador de l'equip de la líquida custom respecte a la freqüència que treballa. Com podem observar cada vegada necessitem més voltatge per augmentar en la mateixa quantitat la freqüència. Això demostra la teoria de l'electromigració esmentada en la part teòrica. Realment si comparem els voltatges mínims d'aquest processador envers les freqüències ens adonarem que es tracta d'un dels 8700k més mediocres dintre la gran loteria del Silici, ja que la majoria processadors d'aquest model necessiten als voltats de 1,35V per assolir aquesta freqüència segons els usuaris i les estadístiques. No obstant això, si tenim en compte el rendiment final del processador i observem el gràfic tan sols necessitaríem baixar 100Mhz la velocitat d'aquest per mantenir el mateix voltatge que la majoria d'usuaris a 5ghz (1,35V), el que comportaria un consum igual o inferior i una pèrdua de rendiment gairebé inexistent (100Mhz) per tant deduïm que no és tan rellevant com molts ho pinten en aquest cas. Com que parlem de overclocking comú la configuració més correcta freqüència/voltatge tendria a ser 4,7ghz si observem el gràfic, tot i que depèn de l'usuari i el rendiment que vol assolir.



En aquest altre gràfic en canvi és mostra la temperatura del VRM i del processador respecte la freqüència assolida. El consum que s'ha de dissipar en el VRM és molt inferior que el consum que s'ha de dissipar en el processador. Tot i que no podem saber de manera exacta el consum de la CPU ni molt menys la del VRM, jo crec que mitjançant aquest gràfic podem deduir que el consum de la CPU augmenta considerablement més que el del VRM envers la freqüència, o almenys en aquests rangs de freqüència. Ja que mentre el mètode de dissipació sempre és el mateix en els dos components la temperatura augmenta més ràpidament envers la freqüència en el cas de la CPU. Si les analitzem individualment, la temperatura del VRM mai serà un problema si no passem de 5ghz. Per altra banda per analitzar la temperatura del processador em de tenir en compte que es troba en un sistema de refrigeració compartit i en aquestes proves només s'estressa el processador així que en condicions en què els dos treballessin alhora la temperatura del líquid refrigerant augmentaria i així que la temperatura del processador no és un aspecte molt fiable en aquest cas.





Si observem el rendiment que aporta aquest overclocking ens trobem que la puntuació de Cinebench R15 augmenta un 1348 a 1562 el que suposa un augment del 14,1% en canvi en SuperPi 1M passa de tardar 8,469s a 7,422s per calcular 1 milió de dígit del nombre Pi, el que suposa un augment del 15,87%, per altra banda l'augment de freqüència és en els dos casos del 13,6ghz. Amb aquests resultats podem confirmar que la millora de rendiment a Cinebench és pràcticament proporcional a l'augment de la freqüència mentre que SuperPi, pel sistema d'operacions que executa aprofita més aquest augment de rendiment. Aquest mateix efecte passa en molts altres escenaris, d'aquesta manera a vegades el mateix augment de freqüència pot desencadenar un augment nefast del rendiment en el programari que utilitzes o un augment molt superior.

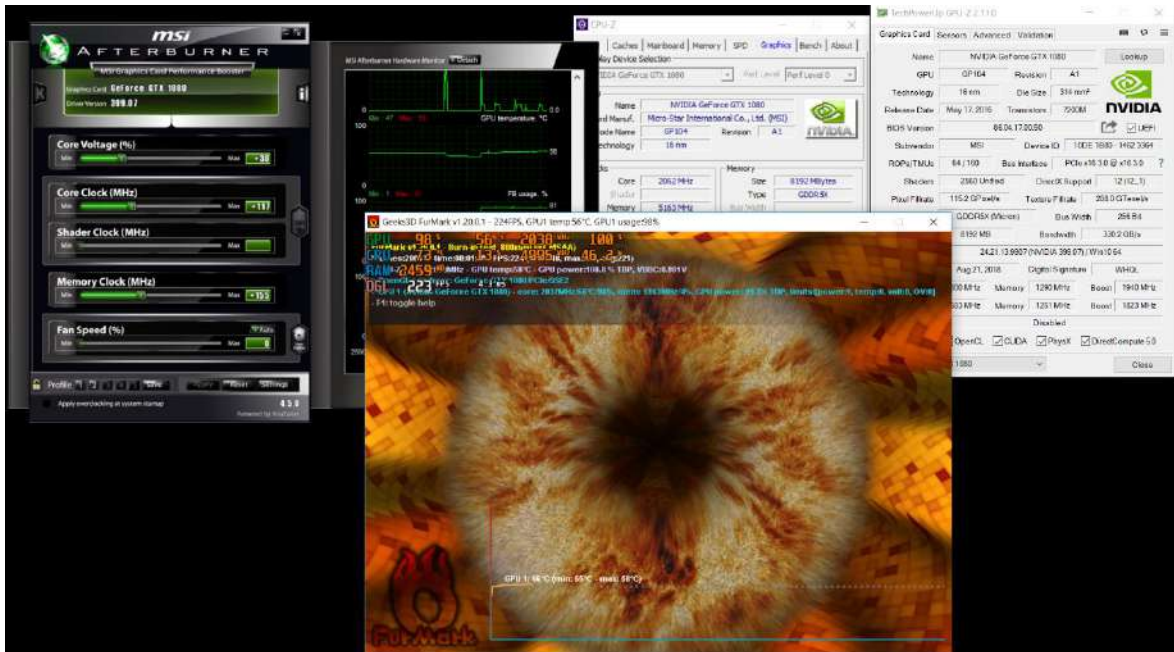


Respecte a l'overclocking a la gràfica de l'equip el procediment i l'anàlisi es va desenvolupar bastant diferent. En veure la freqüència de la gràfica vaig veure que aquesta treballava una freqüència molt més alta que la d'estoc. Això era gràcies al programa MSI Gaming APP, aquest tenia un perfil d'OC Mode que automàticament overclockejava la gràfica de 1683mhz de freqüència base a 1974mhz.

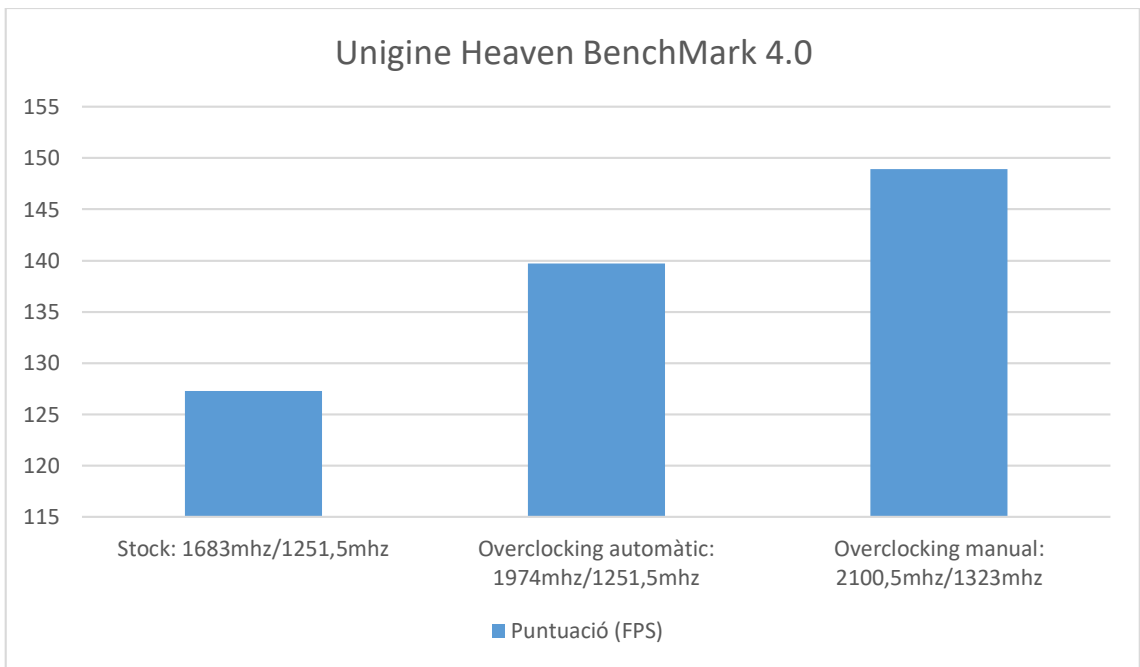


Imatge 111: Programa MSI gaming app amb el OC Mode activat.

Després de veure que automàticament era capaç d'overclockejar fins a tan lluny vaig decidir realitzar 3 proves de rendiment, una amb la gràfica treballant a la freqüència d'estoc, altre amb l'overclocking automàtic i finalment una alguna amb l'overclocking que aconseguís assolir jo mateix mitjançant l'overclocking manual des del programa MSI Afterburner. Per anar garantint l'estabilitat durant l'overclocking utilitzava FurMark i per comparar el rendiment final vaig passar el benchmark de Unigine Heaven en els tres casos esmentats.



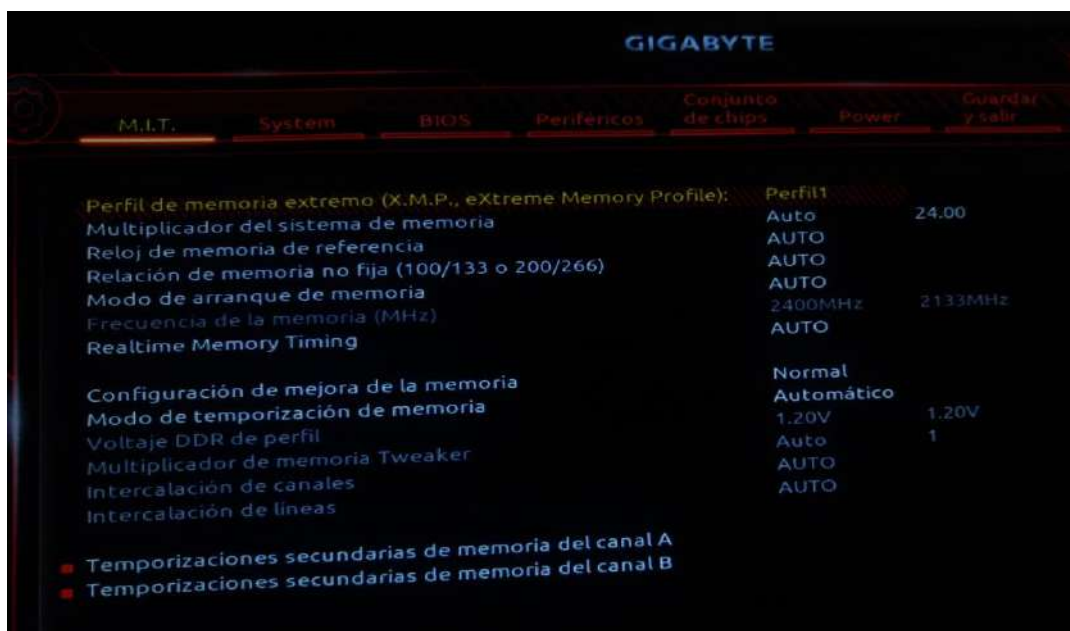
Imatge 112: Procés d'overclocking mitjançant MSI Afterburner i FurMark.



En aquest l'overclocking manual es podria haver arribat a un rendiment molt més elevat, ja que les temperatures ho permetien, però el propietari d'aquesta va especificar que no la forcéssim excessivament així que no vaig pujar de 2100,5mhz. La primera freqüència esmentada en cada cas és la freqüència del nucli gràfic i la segona de la memòria corresponent de la gràfica. Així doncs podem observar que la millora de rendiment del 2n al 3r cas és pràcticament igual que la primera millora. És d'interès observar tot el rendiment extra que

obtenim augmentant la freqüència de les seves memòries. Mentre que el primer overclocking representa un augment del 17,29% de la freqüència, el manual respecte l'automàtic representa un augment de la freqüència del nucli de tan sols 6,41%. No obstant això, la suma de l'augment d'aquesta freqüència del nucli amb un augment del 5,71% de la velocitat de les memòries en aquest segon cas ens indica que en aquestes circumstàncies l'augment de la velocitat de les memòries és inclús més beneficiós que la del nucli, ja que l'augment de rendiment és semblant en els dos casos, resultat relativament inesperat.

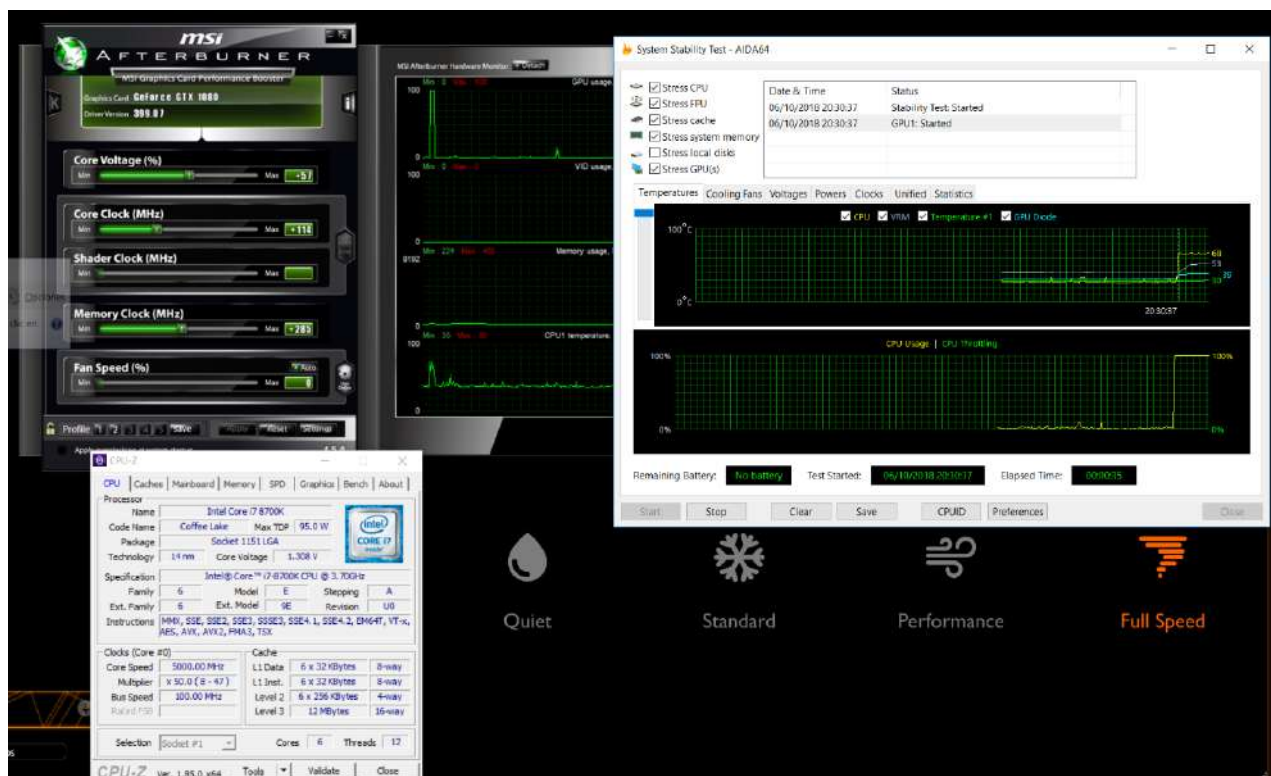
Pel que fa a l'overclocking de la RAM vam decidir conjuntament amb el propietari que tan sols activaríem el perfil XMP de la BIOS perquè treballessin a la seva freqüència nominal d'aquesta (2400mhz) amb tots els paràmetres en automàtic. Ja que en les tasques i el programari que utilitzava el client l'augment de freqüència de la RAM era gairebé inapreciable i s'haurien d'haber modificar les latències les quals treballen d'aquestes, de manera que també perjudicariem el rendiment per augmentar mínimament la freqüència de treball.



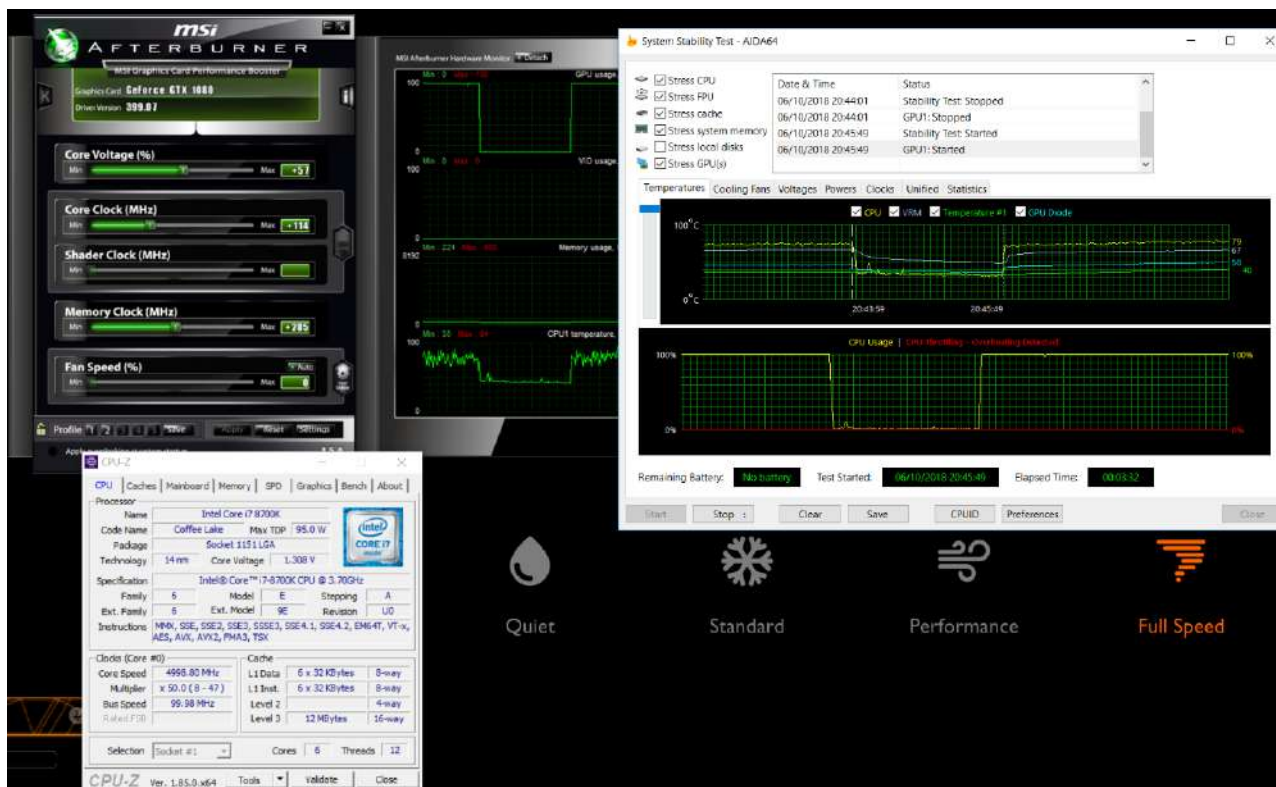
Imatge 113: Configuració XMP de la BIOS.

Finalment vam procedir a trobar la configuració més adient de tots els components per treballar-hi diàriament. Fins ara havíem observat les temperatures del processador i la gràfica únicament quan un d'aquest estava estressat, però hem de tenir en compte que formen part del mateix circuit així que en necessari estressar novament els dos per determinar quina és la configuració més adequada. Així que vam passar diferents testos d'estabilitat d'AIDA64 Extreme a tots els components possibles.

I7 8700k@5ghz / GTX 1080 2100,5



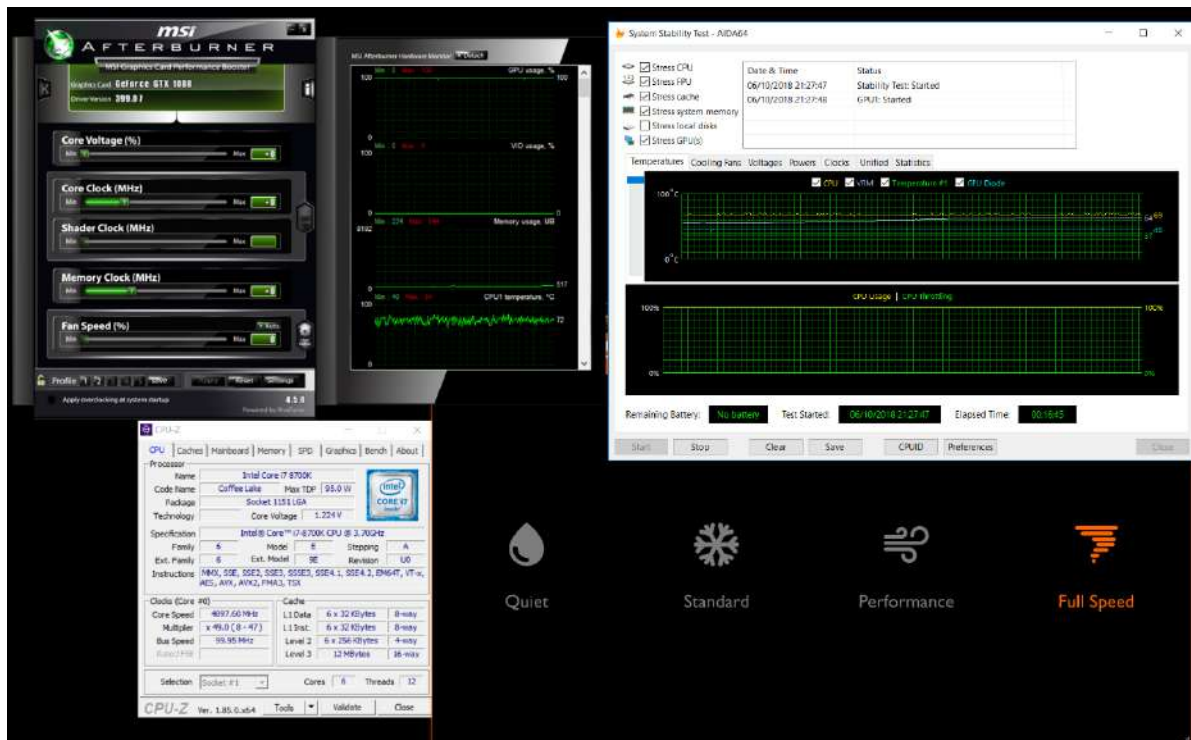
Imatge 112: Observació de l'evolució inicial de les temperatures en AIDA64, CPU a 68°, VRM a 53°, gràfica a 39°, líquid del circuit a 30°.



Imatge 113: Després sorgeix l'esperat, quan el radiador no pot assumir tot el refredament del líquid escalfat pels components i la seva temperatura ascendeix dels 40°, la temperatura del focus fred de la gràfica i el processador augmenten i d'aquesta manera enormement la seva temperatura. El processador produeix un petit estrangulament tèrmic per excessives temperatures. Hem de pensar que estem refrigerant un processador i una gràfica d'alta gama en un el mateix radiador de 140x280mm, que no és cap errada ni molt menys però hem de tenir en compte que no podrem assolir una freqüència extraordinària amb els dos components estressats alhora.



I7 8700k@4,9ghz / GTX 1080 1974mhz



Imatge 112: Finalment vam decidir descendir la configuració a 4,9ghz i a l'overclocking automàtic de la gràfica, d'aquesta manera la temperatura del líquid mai ascendia de 37° ja que el radiador era capaç de extreure'n la suficient escalfor.

El resultat final del rendiment de la refrigeració també el vam considerar positiu, tot i que després de tot el costós i difícil procés esperàvem assolir una freqüència del processador un pèl més alta. Desgraciadament el processador que ens va tocar no era dels millors pel que fa als factors de la loteria del Silici. Tot i això la diferencia de rendiment és gairebé inapreciable i concloem el projecte amb gran satisfacció.

## 6.2.-Desenvolupament del 2n projecte: Overclocking extrem

### 6.2.1.-Planificació

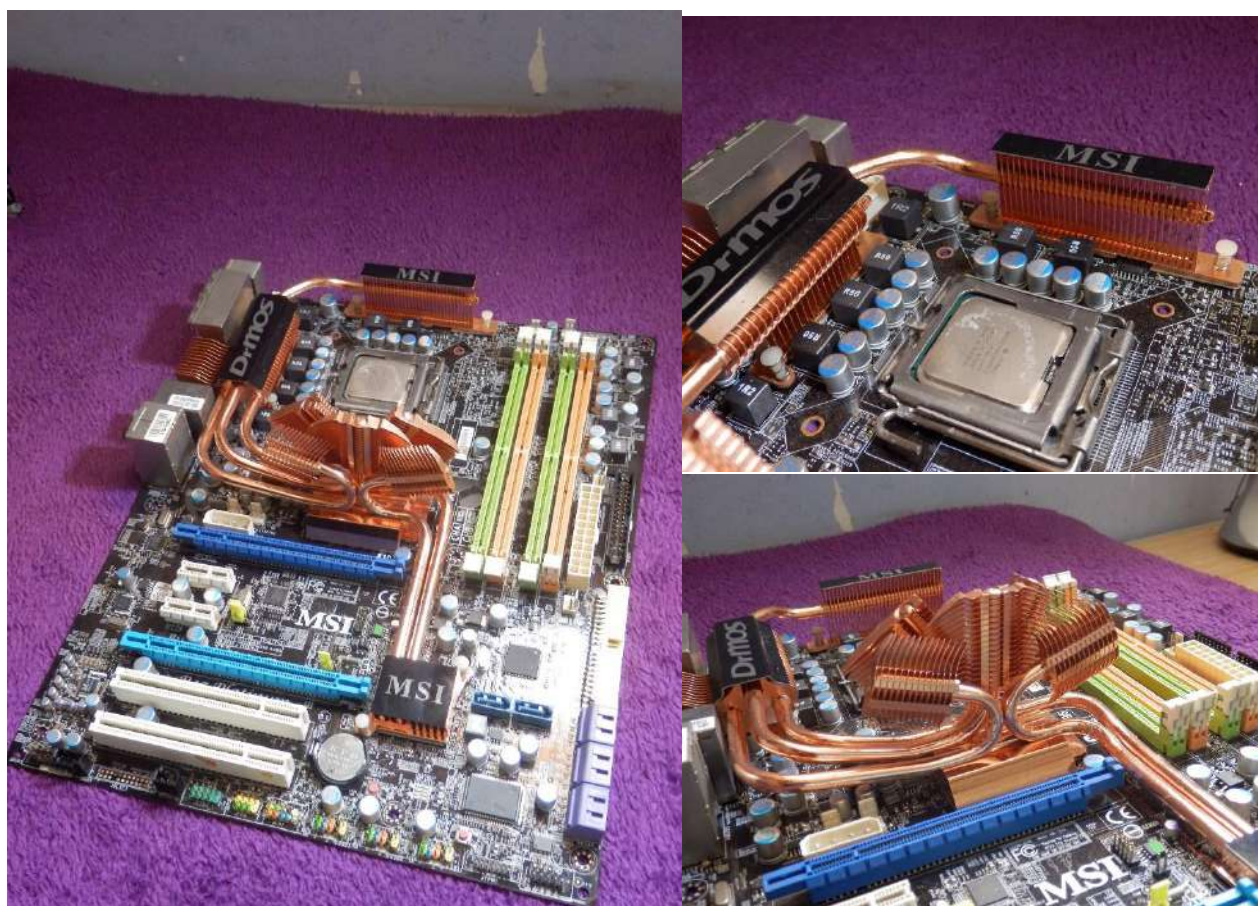
Com que la meua intenció era experimentar en tots els aspectes de l'overclocking havia d'alguna manera experimentar en la filosofia de l'overclocking extrem, portar el màxim rendiment possible el component. Per fer-ho de la manera més correcta havia d'utilitzar un sistema de refrigeració que em permetés aconseguir temperatures inferiors a zero. El més adient era un sistema criogènic. No obstant, el principi o vaig deixar córrer, ja que el meu pressupost era molt reduït i en buscar informació sobre el nitrogen líquid vam observar que era extremadament car, ja que s'ha de conservar en unes condicions específiques molt rigoroses. Més endavant se'm va acudir la idea que podria adquirir un equip del socket 775 (de fa més de 10 anys), ja que em seria molt més econòmic i podria adquirir més components portar-los al límit els sense por. Després de fer números vaig veure que el projecte podia tirar endavant i vaig informar-me més fins que vaig trobar el gel sec, un refrigerant (bàsicament diòxid de carboni en estat sòlid) capaç de refredar a uns  $-78^{\circ}$ , molt més fàcil d'aconseguir, d'emmagatzemar, de manipular, i el més important, molt més econòmic. A més a més buscant més informació sobre la viabilitat del projecte vaig trobar que molts sistemes d'aquest socket patien de "cold bugs" a temperatures pròximes als  $-80/90^{\circ}$  així que totes les peces encaixaven i vaig començar la recerca del material pel projecte.



## 6.2.2.- Obtenció del material

Placa base del projecte:

Necessitava una bona placa base capaç de proporcionar al component els altíssims voltatges tractats en l'overclocking extrem. Després de buscar durant setmanes una placa en condicions a un preu accessible vaig trobar un venedor que em va oferir una Gigabyte P45 Platinum, una placa decent que tenia fins i tot alguns rècords mundials en HWbot la vaig aconseguir a un preu extraordinari així que la vaig comprar immediatament tant punt vaig veure que funciona a la perfecció. Constava un sistema de refrigeració de core bastant bo i un VRM de 5+1 de bastant qualitat que permetia proporcionar voltatges de fins a 1,9175 mitjançant la BIOS, molt més que acceptable.



Imatge 113, 114 i 115: Placa base P45 Platinum.

Processadors: Per realitzar overclocking i assolir freqüències molt altes s'han de tenir diferents processadors disponibles, ja que, a part que els portarem al límit i no sabem si ho aguantaran tots, si en tenim més hi ha més possibilitats que un sigui superior respecte la loteria del Silici i puguem assolir grans freqüències. Per sort durant l'estiu vaig fer pràctiques a una empresa d'informàtica i em van deixar diversos processadors compatibles. L'avantatge és que tots els processadors del socket 775 venen relativament desbloquejats, per això en part el vaig triar pel projecte. El cost va ser nul però desconeixia l'estat i la veritable procedència dels xips.



Imatge 116: Processadors numerats preparats per l'overclocking.





Imatge 117: Altres materials sense molta importància com un petit dissipador, un disc dur, o una gràfica, ja que les plaques del chipset P45 no tenen entrada d'imatge. Tots aquests els vaig reutilitzar d'altres equips que tenia a casa.



Imatge 118: Pot o container d'overclocking de coure pur, ja que és el millor conductor tèrmic accessible, el vaig construir a partir d'un tap coure amb una tubària de la mida corresponent. I uns ancoratges que vaig reutilitzar d'un altre dissipador que encaixaven a la perfecció. El vaig construir jo mateix, ja que el cost d'aquest va ser d'uns 30€ mentre que els que compren els overclockers professionals preparats per la seva utilització solen costar més de 300€.



Imatge 119: Material d'aïllament per protegir els components de les baixes temperatures i la condensació que aquestes provoquen. Eraser i Armaflex bàsicament.



Imatge 120: Altres materials d'utilitat com espuma, pasta tèrmica, dissolvent...



Imatge 121: Memòria RAM i els components necessaris per a un sistema de refrigeració que vaig enginyar perquè les seves temperatures no fossin un problema.



Imatge 122: El gel sec pròpiament i un recipient, un termo per portar el material des del porexpan on es troba emmagatzemat fins a la zona de proves. També és imprescindible usar guants per manipular el gel directament.



També es va utilitzar la font del meu ordinador personal en l'equip del projecte, una Season S12II, i un SAI Phasak per garantir el corrent d'entrada a la font.

Els overclockers que solen usar nitrogen utilitzen uns mesuradors digitals de la temperatura per observar en tot moment la temperatura del component i determinar si està a punt de patir un Cold Bug o aquesta és correcte.

### 6.2.3.-Procediment del muntatge:

L'aïllament és una de les parts més importants de la refrigeració a temperatures inferiors a zero, és necessari aïllar la placa i el chipset perquè aquests no es danyin amb les baixes temperatures i la condensació i la humitat que aquestes comporten. A més l'aïllament també realitza la funció de preservar el màxim les temperatures del seu interior, i per tant de mantenir més fàcilment les temperatures fredes del pot i del processador en aquest cas.



Imatge 123: Aïllament dels ancoratges del processador de la part posterior de la placa amb Armaflex.

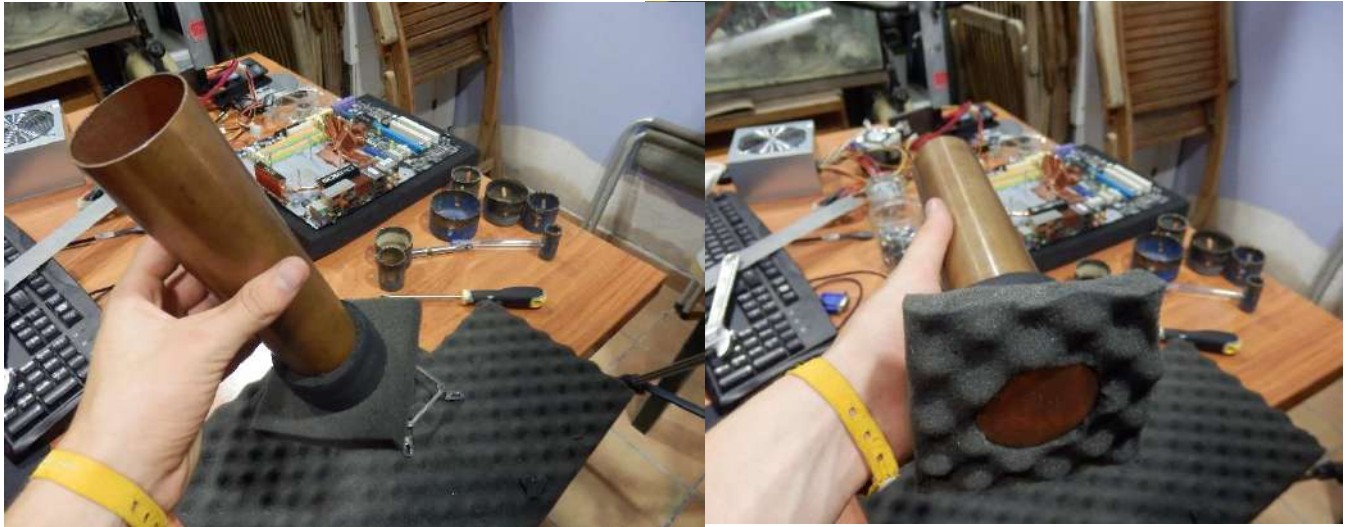


Imatges 124 i 125: Aïllament del chipset mitjançant l'Eraser i l'espuma corresponent.



Imatge 126: L'aïllament de la part posterior és reforçat per una espuma també aïllant.





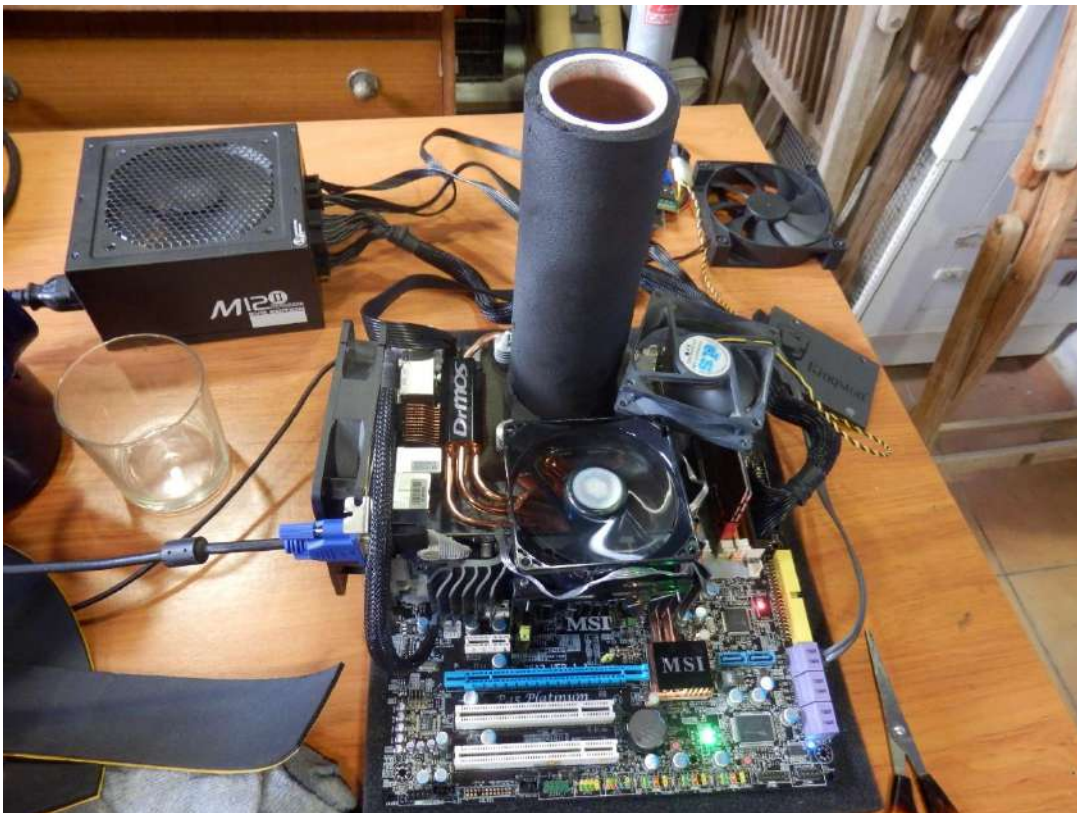
Imatge 127: El pot o container també s'ha d'aïllar amb espuma i s'ha de recobrir tot l'exterior amb l'Armaflex corresponent.



Imatge 128 i 129: Per al muntatge d'un sistema de refrigeració per RAM que vaig idear, vaig tallar el thermal pad (mena d'adhesiu que d'alta conductivitat tèrmica) en les mides corresponents a les memòries i les vaig col·locar al lloc corresponent.



Imatge 130.- El segon pas ja és col·locar les reixes d'alumini en contacte amb els thermal pads de les memòries mitjançant l'ús de dos clips. D'aquesta manera la calor de la RAM serà transmesa del xip al dissipador amb facilitat i la superfície de contacte amb l'aire serà molt superior.

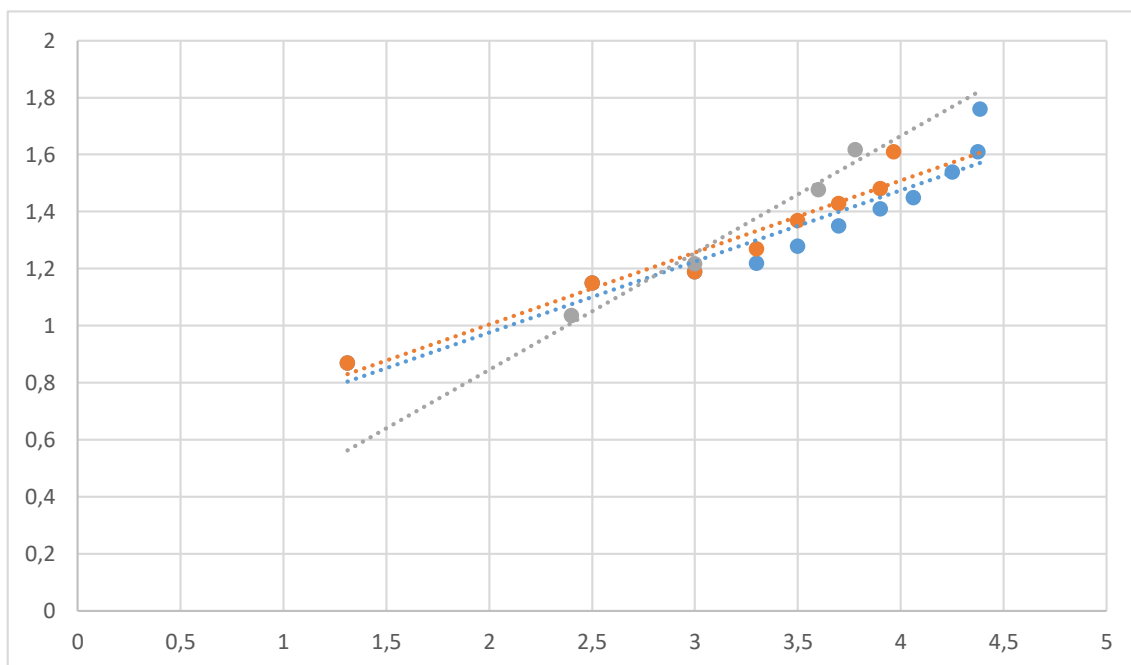


Imatge 131: Aspecte final del sistema en funcionament.

#### 6.2.4.-Overclocking:

Vaig començar per instal·lar tot el programari necessari, Windows XP com a sistema operatiu, ja que és el que dóna millors resultats en SuperPI i tots els programes necessaris per testejar l'overclocking. En aquest punt vaig haver de realitzar una gran tasca per solucionar molts errors de compatibilitat del sistema, ja que molts programes no eren compatibles amb les components o bé el sistema operatiu instal·lat.

Vaig començar fent overlocking en un Intel Core 2 Duo E5200, ja que era el que inicialment veia més interessat, ja que tenia una freqüència inicial molt baixa (2,5ghz) i el record de HWbot, relativament alt per la sèrie del processador, es situava als 6,2ghz. Els resultats dels voltatges i freqüències estables després de moltes i moltes hores de prova i error van ser els següents:



L'eix de les Y representa el VCore mínim del processador utilitzat en volts i l'eix de les X la freqüència assolida. Els punts blaus representen els resultats processador E5200 refrigerat amb gel sec a uns  $-60^{\circ}/-30^{\circ}$ . Els punts vermells representen aquest mateix processador però refrigerat mitjançant una refrigeració líquida tot en un modificada pel treball (imatge 69/ pàgina 100), que manté el processador entre  $20^{\circ}/60^{\circ}$ . Per altra banda els punts grisos representen un altre processador, el Q6600 que a diferència del E5200 que té



dos nuclis aquest en té quatre així que es interessant veure com evoluciona el seu voltatge, aquest està refrigerat amb la líquida igual que el segon cas del E5200.

Si ens centrem en el E5200, els voltatges mínims en els dos casos són el mateix valor en els tres primers punts, però després (concretament a 3,3ghz) el vermell, que treballa a més temperatura, comença a necessitar més voltatge per mantenir la mateixa freqüència fins que és planta amb un màxim de 3,965ghz i 1,6095V. Per altra banda aquest mateix processador refrigerat amb el gel sec és capaç de mantenir-se a menys voltatge fins a arribar als voltats de 4,3ghz que després el voltatge que necessita puja de manera impressionant fins a necessitar 1,7575V per assolir 4,386ghz. Aquest efecte ens confirma que la temperatura, independentment de si és màxima o mínima influeix molt en el rendiment del processador quan parlem de temperatures sota zero.

De fet quan estava overclockejant el E5200 amb gel sec no estava observant constantment la temperatura que el pot mantenia el processador perquè pensava que aquesta era bastant estable. Però quan vaig intentar assolir freqüències de prop de 4,3ghz el consum del processador ja era extremadament alt i la temperatura era molt inestable. Jo anava pujant i pujant el voltatge i no hi havia manera que funcionés a aquella freqüència però realment no era pel voltatge, sinó perquè el pot de la refrigeració no estava ple de gel sec i les temperatures variaven molt. Quan vaig detectar l'error vaig emplenar el sistema de gel sec fins a dalt contínuament i el processador va funcionar correctament amb voltatges inferiors als que li estava proporcionant quan la temperatura era més inestables i elevades. En aquest cas extrem el factor de la temperatura era més influent que el del voltatge.

Per altra banda quan vaig overclockejar el Q6600, el processador de 4 nuclis, al començar per la freqüència base i anar reduint el voltatge el processador va aguantar a la freqüència base (2,4ghz) fins a 1,035V. Realment molt sorprenent, ja que Intel el fa treballar automàticament a un voltatge de 1,3V amb la mateixa freqüència així que vaig pensar que es tractava d'un xip molt per sobre de la mitjana, no obstant, quan vaig començar a augmentar la freqüència vaig observar que el voltatge mínim que necessitava el processador també pujava de manera desorbitada, de manera que al final per augmentarlo a

una freqüència de 3,78ghz aquest ja es trobava a 1,615V. És molt interessant observar com a baixes freqüències aquest processador és molt més eficient, en canvi quan les augmentem necessita molt més voltatge que el E5200, aquest efecte deriva de la diferència que hi ha entre l'arquitectura dels dos processadors, un de dos nuclis i un de quatre del socket 775. En el mateix model de processador seria impossible veure aquest efecte, ja que els factors de la loteria del Silici no creen aquestes diferències peculiars en el creixement exponencial del voltatge necessari. Aquí teniu els valors de la gràfica per observar-los amb més precisió:

Freqüència (Ghz)	E5200 Gel sec (Vcore)	E5200 Líquida (Vcore)	Q6600 Líquida (Vcore)
1,31	0,867	0,867	
2,5	1,1475	1,1475	
3	1,1875	1,1875	
3,3	1,2175	1,2675	
3,5	1,2775	1,3675	
3,7	1,3475	1,4275	
3,9	1,4075	1,48	
3,965		1,6075	
4,062	1,4475		
4,25	1,5375		
4,375	1,6075		
4,387	1,7575		
2,4			1,035
3			1,215
3,6			1,475
3,78			1,615

Per veure tot el rendiment extra que va suposar aquest augment de freqüència vaig passar famós SuperPi en la freqüència d'estoc i amb el màxim assolit. A 2,5ghz va tardar 21,625s a calcular 1M(milió) de decimals del nombre Pi, respecte als 13,688s que vaig aconseguir registrar amb la freqüència de 4,374ghz (captures del benchmark; annexos, pàgina 169). El que situa el meu temps en el TOP 266\* del rànquing del món de HWBot d'aquest processador, molt satisfactori si tenim en compte que era el primer cop que realitzava overclocking a aquestes temperatures i en un sistema del socket 775.

La raó pel qual només vaig poder overclockejar el E5200 mitjançant el gel sec és perquè a causa de meva poca experiència en el chipset i la llarga instal·lació abans no pogués començar a overclockejar van ocasionar que perdés molt de gel sec i al final no en vaig tenir prou per fer totes les proves i processadors que volia provar.

Algunes imatges del procés d'overclocking amb gel sec:







## 7.-Conclusions finals

### 7.1.-Conclusions finals de l'overclock

Segons la meva experiència crec que si ets un apassionat de la informàtica és essencial i molt beneficiós pels teus coneixements que investiguis en el món de l'overclocking. T'ajudarà a aprendre i a entendre molts conceptes i fenòmens bàsics de l'electrònica i del hardware fet que també incitarà que tinguis més estima pel hardware i el seu complexa funcionament.

Si el que busques és tan sols un augment de rendiment del teu equip i per tant vols formar part de la comunitat d'overclocking comú has de saber que podràs treure un bon profit de l'overclocking (sempre que el teu equip permeti aquesta pràctica), ja que la majoria de components funcionen molt per sota de les seves possibilitats. Tan evident és aquest efecte que alguns components són capaços d'assolir augments de més del 30% sense modificar el voltatge (cas experimentat del IC2Q Q6600). No obstant, hauràs d'informar-te molt abans d'aconseguir el rendiment més òptim, hauràs de seguir rigorosament tot el procediment esmentat en l'apartat (4)\*, establir uns límits de voltatge i temperatura amb cura, estudiar els paràmetres i valors que s'han de tenir en compte i actuar amb lògica i precaució... D'aquesta manera, podràs assolir un rendiment extra com a mínim del 5% (tot depenent del teu sistema de refrigeració, els factors de la loteria del Silici, els límits que estableixis...) abans que els teus components pateixin una degradació constatable.

Si per altra banda quan t'informes sobre aquesta pràctica et desenvolupa gran interès i tens ganes d'experimentar més i assolir el màxim rendiment del component tan sols per satisfacció i investigació personal et recomano que investiguis en l'overclocking extrem. Aquest t'aportarà un munt de coneixements i experiències noves a l'observar els límits i la reacció del hardware davant d'escenaris i configuració complicades i extremes.

## 7.2.-Conclusions finals del treball

Per entendre tota la dedicació aportada a aquest treball s'ha d'entendre que des del primer moment estava enfocat com un treball de coneixement personal. Per mi era l'oportunitat per presentar i demostrar d'alguna manera tots els coneixements i tota la meva passió pel hardware i la informàtica de manera formal.

La valoració final del treball és molt positiva, sobretot si tenim en compte tots els obstacles que m'han dificultat l'avanç constant d'aquest. La falta de pressupost, la falta de suport per part d'alguns professionals del sector, el temps relativament curt per executar tot el treball envers tota la recerca i la investigació que suposa...

En la part teòrica he sigut capaç d'explicar l'overclocking des de pràcticament tots els punts de vista possible, alguns dels quals la cerca d'informació va ser extremadament complicada i escassa. Hi ha infinitat de guies a la xarxa que t'informen de com fer overclocking ràpidament, però aquests usuaris no els interessa realment els fonaments i les raons per les quals tenim aquesta possibilitat d'augment de rendiment. Crec que jo ho he sabut plasmar de manera bastant acurada i comprensible.

En la part pràctica he aconseguit realitzar tot el procediment i l'execució d'una líquida custom per refrigerar tant d'una CPU com una GPU mitjançant tubs rígids, que és una de les labors considerades més complicades de l'àmbit del muntatge i del hardware. A més a més he aconseguit experimentar en el sector l'overclocking extrem amb gel sec amb un pressupost absurd. I de tot el conjunt n'he pogut treure conclusions que concorden amb els coneixements que vaig mencionar a la part teòrica.

Malgrat tot, m'hauria agradat haver tingut més temps per realitzar altres proves d'interès amb altres sistemes de refrigeració més comuns, que potser haguessin set de més aportament per la comunitat, i que tenia planejades fer però que el final debut a l'immens temps que ha suposat el treball no vaig tenir suficient temps per enllestir-les abans del termini. Per comprendre aquesta falta de temps tot i la gran disposició i plantejament que vaig tenir a l'hora de fer el treball i els coneixements previs que tenia; s'ha de tenir en compte l'exorbitant

temps que aquest requeria: l'exorbitant recerca d'informació i la dificultat de plasmar aquesta de manera ordenada i redactada, la cerca de material i pressupost, el plantejament, disseny, desenvolupament i overclocking de cada projecte de la part pràctica; que només en el cas de la líquida custom ja va durar més d'un mes i mig intens...

Tot i això crec que el resultat final és més que correcte i he assolit el meu objectiu principal que era analitzar i experimentar l'overclocking des de tots els aspectes possibles.

Ja que en realitat, l'overclocking en aquest treball és tan sols una excusa per investigar i estudiar el funcionament de tots aquests fenòmens de l'electrònica i de la computació de gran importància i d'interès personal.

## 8.-Bibliografia:

### -Pàgines webs principals utilitzades:

*HWbot:*

<http://hwbot.org/>

*HardZone:*

<https://hardzone.es/2018/03/03/vrm-descripcion-funciones-importancia/>

<https://hardzone.es/fuente-alimentacion/>

*Linustechtips:*

<https://linustechtips.com/main/topic/377625-overclocking-degradation/>

<https://linustechtips.com/main/topic/232325-lga775-core2duo-core2quad-overclocking-guide/>

*Reddit:*

[https://www.reddit.com/r/overclocking/comments/4ntxqh/what\\_does\\_cpu\\_degradation\\_look\\_like/](https://www.reddit.com/r/overclocking/comments/4ntxqh/what_does_cpu_degradation_look_like/)

[https://www.reddit.com/r/buildapc/comments/1808c0/i\\_run overclockerscom and im a liquid nitrogen/](https://www.reddit.com/r/buildapc/comments/1808c0/i_run overclockerscom and im a liquid nitrogen/)

*Tomshardware:*

<http://www.tomshardware.co.uk/answers/id-3243096/bclk-ocerclocking.html>

<http://www.tomshardware.co.uk/answers/id-2486256/temperature-voltage-multiplier.html>

<https://linustechtips.com/main/topic/232325-lga775-core2duo-core2quad-overclocking-guide/>

[https://www.reddit.com/r/buildapc/comments/1808c0/i\\_run overclockerscom and im a liquid nitrogen/](https://www.reddit.com/r/buildapc/comments/1808c0/i_run overclockerscom and im a liquid nitrogen/)

<http://www.tomshardware.co.uk/forum/252233-29-tjunction-tcase>

<http://www.tomshardware.co.uk/answers/id-3197142/bclk-overclock-works.html>

<http://www.tomshardware.co.uk/forum/265612-28-best-future-proof-1156-1366>

[https://www.gskill.com/en/faq/DRAM\\_Memory](https://www.gskill.com/en/faq/DRAM_Memory)

### -Llibres online utilitzats:

Martínez Ledesma, Manuel; *Overclocking*;

<https://books.google.es/books?id=TC57Rc8jUWoC&pg=PA26&lpq=PA26&dq=origen+overclock&source=bl&ots=rIwJli9-jz&sig=CJSNUY8wrc6-dNaisV32-5aTqbk&hl=ca&sa=X&ved=0ahUKEwis0prqsPjZAhUCRhQKHahHBBacQ6AEIbjAl#v=onepage&q=origen%20overclock&f=false>

## -Pàgines web fotografies:

Imatge 1: Autor del treball

Imatge 2: Autor del treball

Imatge 3: Autor del treball

Imatge 4: [https://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador\\_de\\_cristal](https://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_de_cristal)

Imatge 5: <https://www.taringa.net/posts/info/13532565/EI-boton-de-Turbo-en-PC-viejitas.html>

Imatge 6:

[http://www.users.zetnet.co.uk/thorfin/motherboards/mb01/motherboard\\_1.htm](http://www.users.zetnet.co.uk/thorfin/motherboards/mb01/motherboard_1.htm)

Imatge 7:

[http://www.users.zetnet.co.uk/thorfin/motherboards/mb01/motherboard\\_1.htm](http://www.users.zetnet.co.uk/thorfin/motherboards/mb01/motherboard_1.htm)

Imatge 8: [http://oyvind.servehttp.com/abit\\_bh6.htm](http://oyvind.servehttp.com/abit_bh6.htm)

Imatge 9: <http://insert0in.blog112.fc2.com/blog-entry-68.html>

Imatge 10:

[http://www.ecs.com.tw/ECSWebSite/Product/Product\\_Overview.aspx?DetailID=532&CategoryID=1&DetailName=Feature&MenuID=24&LanID=0](http://www.ecs.com.tw/ECSWebSite/Product/Product_Overview.aspx?DetailID=532&CategoryID=1&DetailName=Feature&MenuID=24&LanID=0)

Imatge 11: <https://100ciaencasa.blogspot.com.es/2015/01/tutorial-electronica-basica-14.html>

Imatge 12: Autor del treball

Imatge 13: Autor del treball

Imatge 14: [https://es.wikipedia.org/wiki/Puente\\_norte](https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_norte)

Imatge 15: Autor del treball

Imatge 16: Autor del treball

Imatge 17: Autor del treball

Imatge 18: Autor del treball / Imatge de fons: <http://www.quoquiyan.com/motherboard-wallpapers.html>

Imatge 19:

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec\\_basica/tema4/Paginas/Pagina2.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/tema4/Paginas/Pagina2.htm)

Imatge 20: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

Imatge 21: <http://electronicsjoma.com/semiconductors/>

Imatge 22: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

Imatge 23: <http://todoelectrodo.blogspot.com.es/2013/02/carga-y-descarga-de-un-condensador-de.html>

Imatge 24: <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-08/>

Imatge 25: <http://eidetec.com/power-supply-wiring-diagram#>

Imatge 26: <http://eidetec.com/power-supply-wiring-diagram>

Imatge 27:

Imatge 28:

[https://archive.benchmarkreviews.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=63&Itemid=1&limit=1&limitstart=5](https://archive.benchmarkreviews.com/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=1&limit=1&limitstart=5)

Imatge 29: [https://www.techpowerup.com/reviews/ASUS/M5A97\\_EVO/5.html](https://www.techpowerup.com/reviews/ASUS/M5A97_EVO/5.html)

Imatge 30:

[https://www.vortez.net/articles\\_pages/msi\\_qtx\\_970\\_gaming\\_4g\\_review,7.html](https://www.vortez.net/articles_pages/msi_qtx_970_gaming_4g_review,7.html)

Imatge 31: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 32: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 33: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 34: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 35: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 36: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 37:

Imatge 38: [https://en.wikichip.org/wiki/voltage\\_regulator\\_module#Voltage\\_regulation](https://en.wikichip.org/wiki/voltage_regulator_module#Voltage_regulation)

Imatge 39: Autor

Imatge 40: Autor

Imatge 41: <https://androidzone.org/2016/12/procesadores-10nm/>



Imatge 42: Autor  
Imatge 43: Autor  
Imatge 44: <https://www.tweaktown.com/guides/7481/tweaktowns-ultimate-intel-skylake-overclocking-guide/index6.html>  
Imatge 45: <https://www.tweaktown.com/guides/7481/tweaktowns-ultimate-intel-skylake-overclocking-guide/index6.html>  
Imatge 46: [https://www.tomshardware.co.uk/overclock-msi-gtx-1080-ti-lightning-z-air-cooling\\_review-34113-6.html](https://www.tomshardware.co.uk/overclock-msi-gtx-1080-ti-lightning-z-air-cooling_review-34113-6.html)  
Imatge 47: <https://www.anandtech.com/show/2468/6>  
Imatge 48: <https://www.techspot.com/article/1616-4ghz-ryzen-2nd-gen-vs-core-8th-gen/>  
Imatge 49: <https://www.techspot.com/article/1616-4ghz-ryzen-2nd-gen-vs-core-8th-gen/>  
Imatge 50: <https://www.pcworld.com/article/3268063/components-processors/intel-motherboard-z370-vs-h370-vs-b360-vs-h310-8th-gen-cpu.html>

Imatge 51: Autor treball  
Imatge 52: Autor treball  
Imatge 53: Autor treball  
Imatge 54: Autor treball  
Imatge 55: <https://www.techpowerup.com/gpuz/>  
Imatge 56: <https://www.geeks3d.com/20160830/intel-extreme-tuning-utility-v6-1-2-11-released/>

Imatge 57: Autor del treball  
Imatge 58: Autor del treball  
Imatge 59: Autor del treball  
Imatge 60: Autor del treball  
Imatge 61: Autor del treball  
Imatge 62: Autor del treball  
Imatge 63: Autor del treball  
Imatge 64: Autor del treball  
Imatge 65: <https://termodinamica-esimeazc.blogspot.com/2015/04/refrigerador-de-carnot.html>  
Imatge 66: Autor del treball  
Imatge 67: Autor del treball  
Imatge 68: Autor del treball  
Imatge 69: Autor del treball  
Imatge 70: Autor del treball  
Imatge 71: <https://linustechtips.com/main/topic/720016-mineral-oil-pc/>  
Imatge 72: Autor del treball  
Imatge 73: Autor del treball  
Imatge 74: <https://www.overclockers.co.uk/thermal-grizzly-conductionaut-liquid-metal-thermal-paste-1g-th-021-tg.html>

Imatge 75: <https://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=6031148>  
Imatge 76- Imatge 131: Autor del treball

## 9.-Annexos

### 9.1.-Doble sentit del títol del treball

El títol *Overclocking, entre línies* és un doble sentit que vol expressar dos conceptes clars de l'overclock i aquest treball.

El **primer** és el fet de redactar tots aquests coneixements de l'overclocking i del procediment per realitzar-ne ja que normalment aquests coneixements s'assoleixen mitjançant l'experiència; així doncs, cal recalcar que en aquest cas s'expressen tots aquests ***entre línies***.

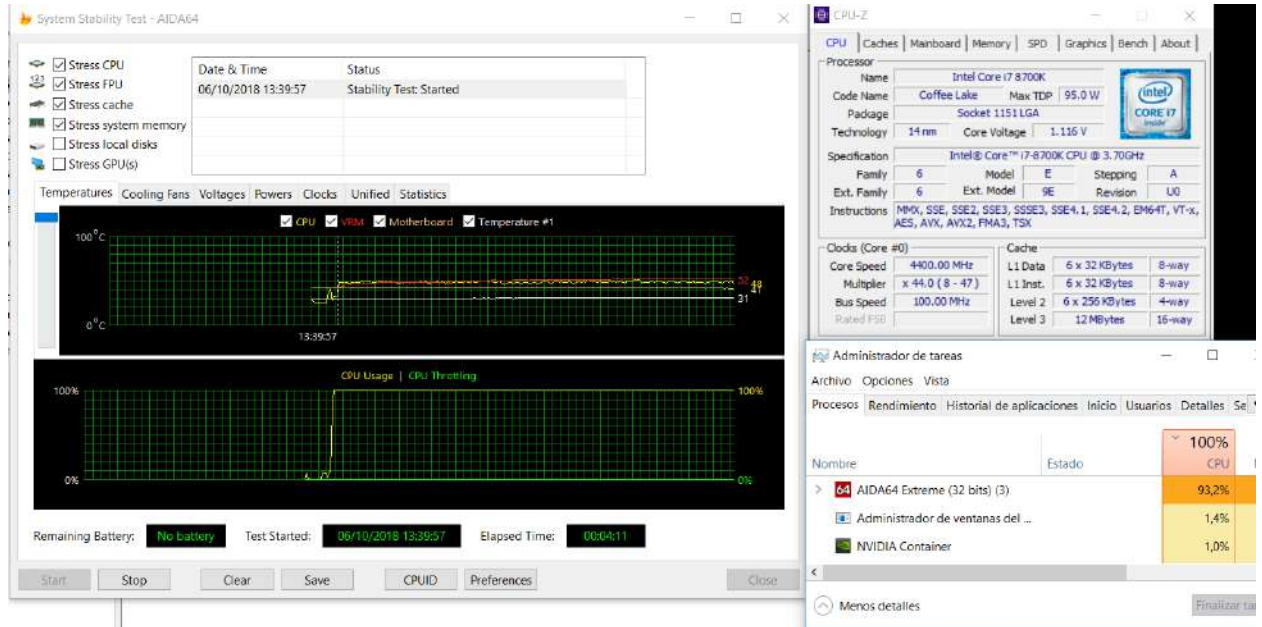
I el **segon** i potser més rellevant, és el fet que per realitzar overclocking adequadament has d'actuar d'acord amb la dita "llegir entre línies", que representa que llegint o interpretant una certa informació has de treure'n unes conclusions que no estan necessàriament explícites en aquesta. D'aquesta manera, quan realitzes overclocking has d'observar els diferents paràmetres (voltatge, temperatures...) que han utilitzat funcionalment altres usuaris per establir una configuració el més acurada possible amb el teu hardware. De la mateixa manera que quan estableixes una certa configuració has de determinar si és correcta o no segons com el teu equip és comporti, és la informació que has d'interpretar. Així doncs la teva capacitat per overclockejar dependrà de la teva capacitat per llegir ***entre línies***.

## 9.2.-Fotografies addicionals i captures dels benchmarks rellevants

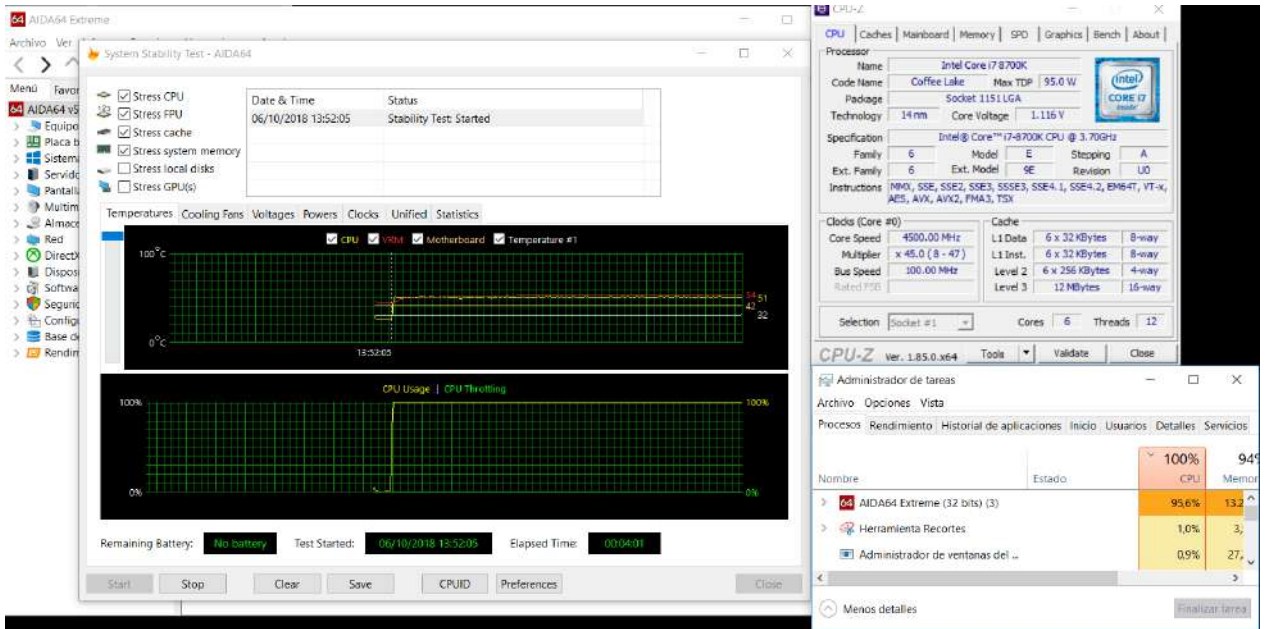
### 9.2.1.-Líquida custom

1.-Captures programari: Processador i7 8700k / AIDA64 Extreme Stability Test  
CPU + CPU-Z

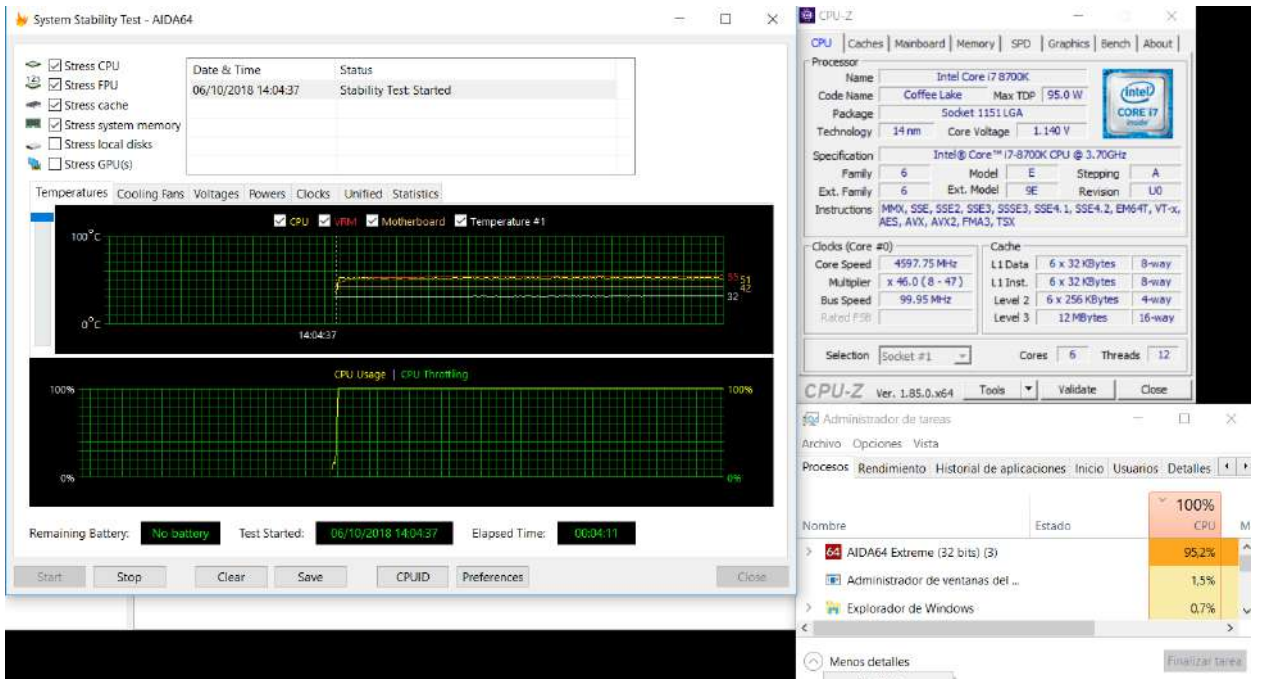
4,4ghz



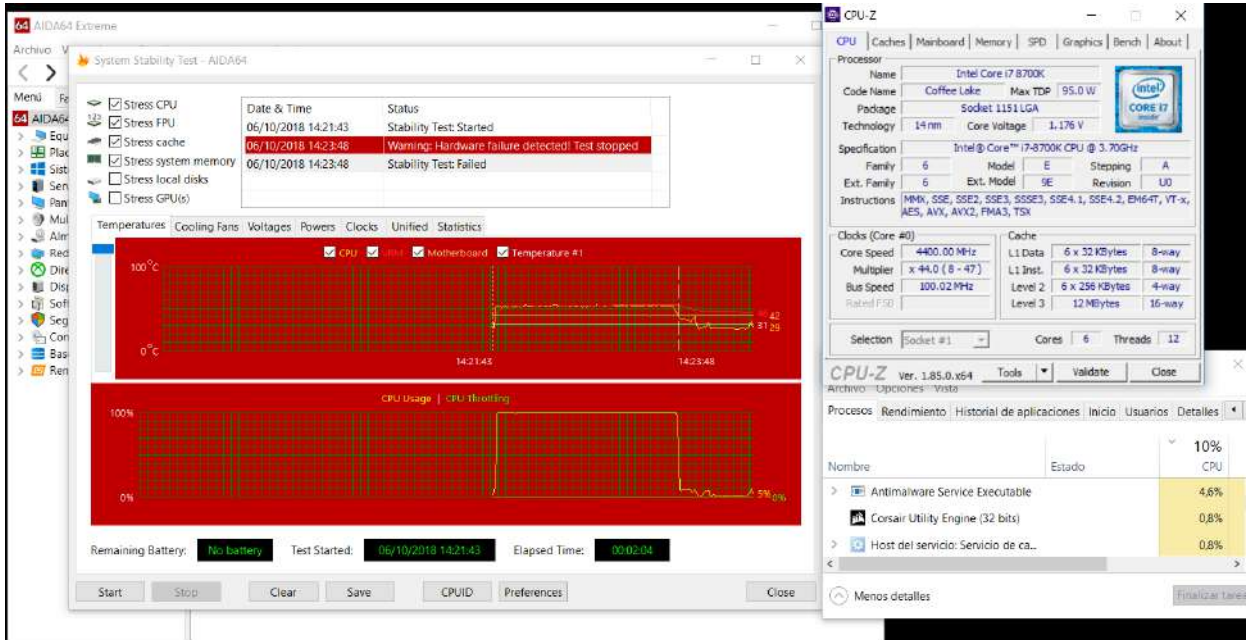
## 4,5ghz



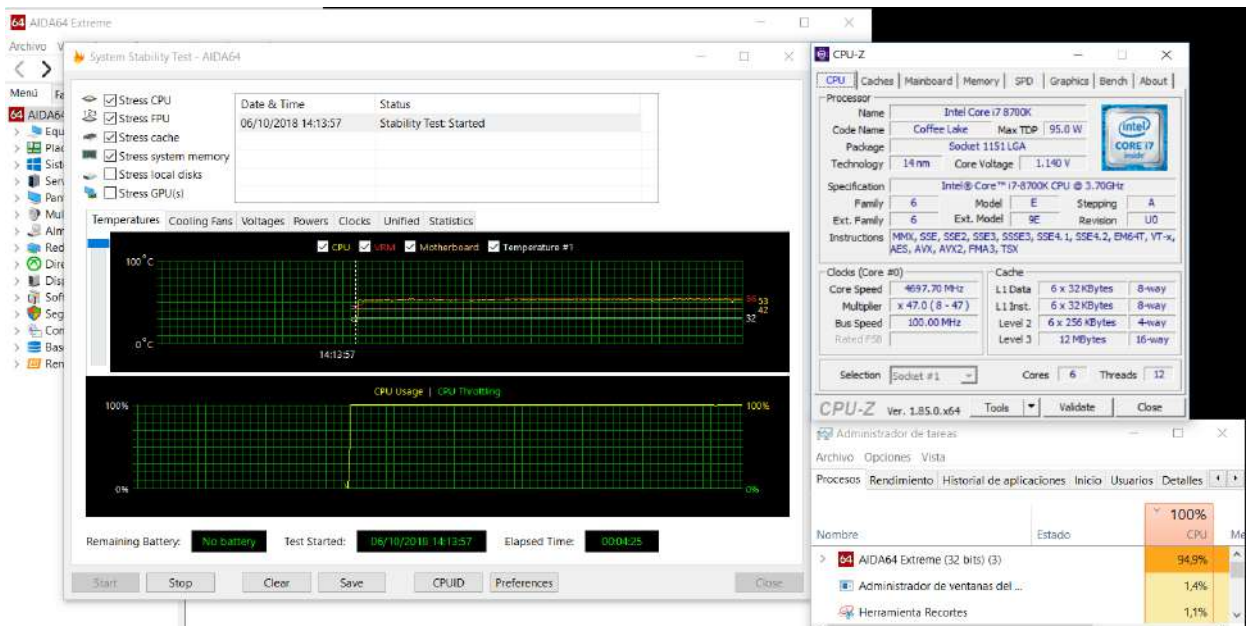
## 4,6ghz



## 4,7ghz error (masa poc VCore)

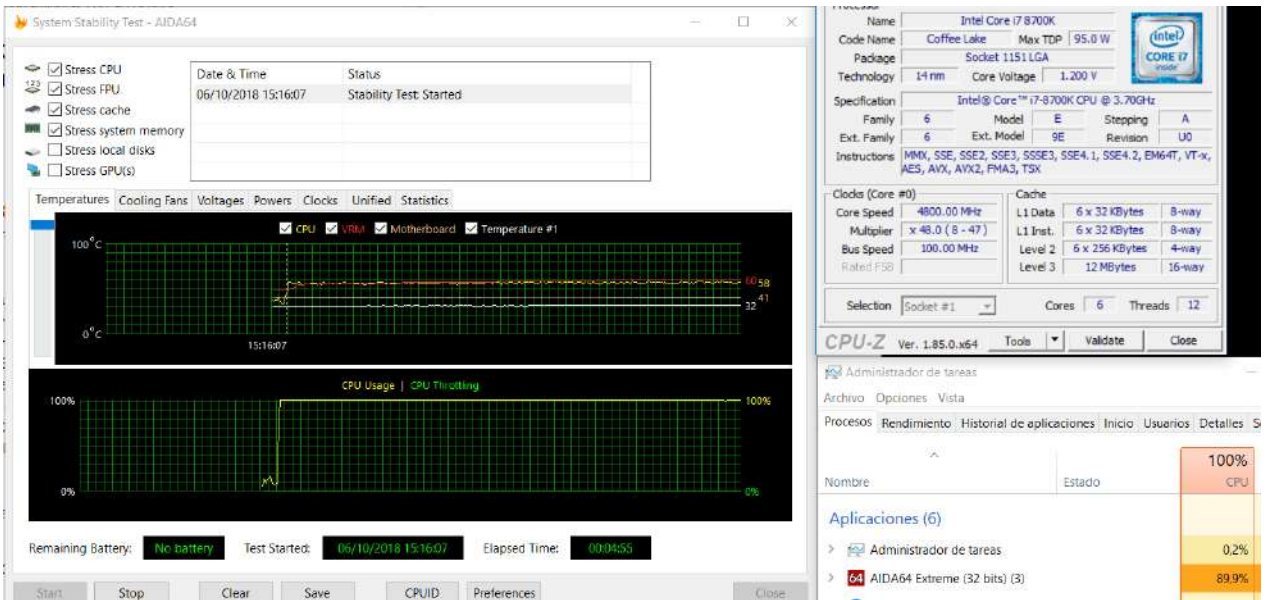


## 4,7ghz

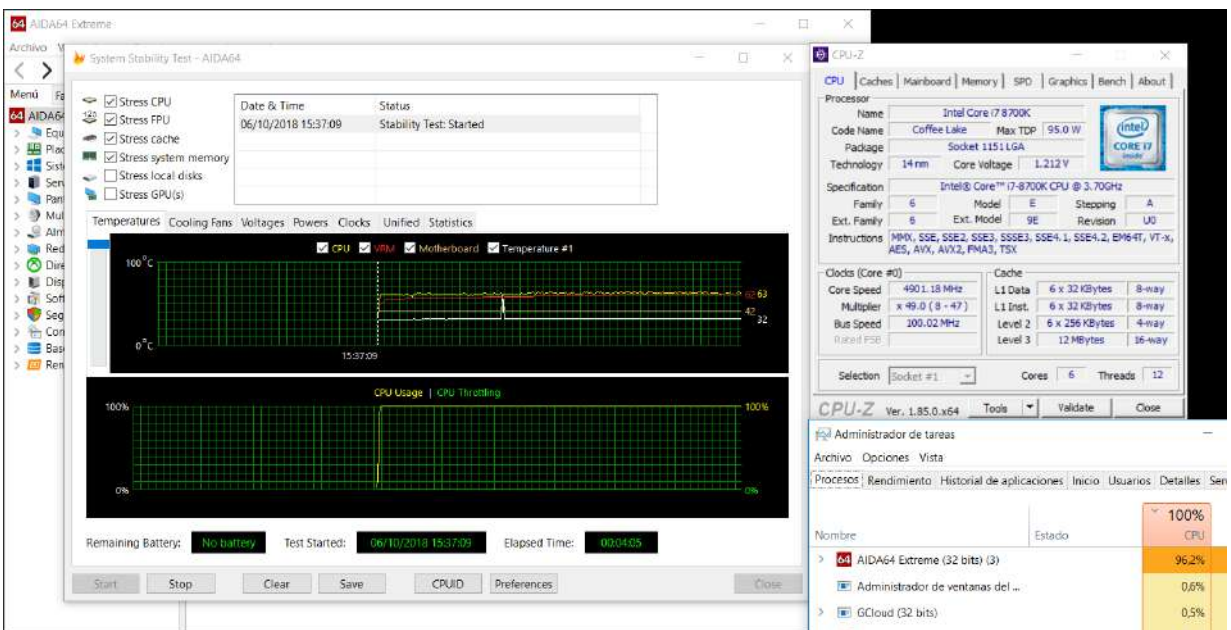




## 4,8ghz

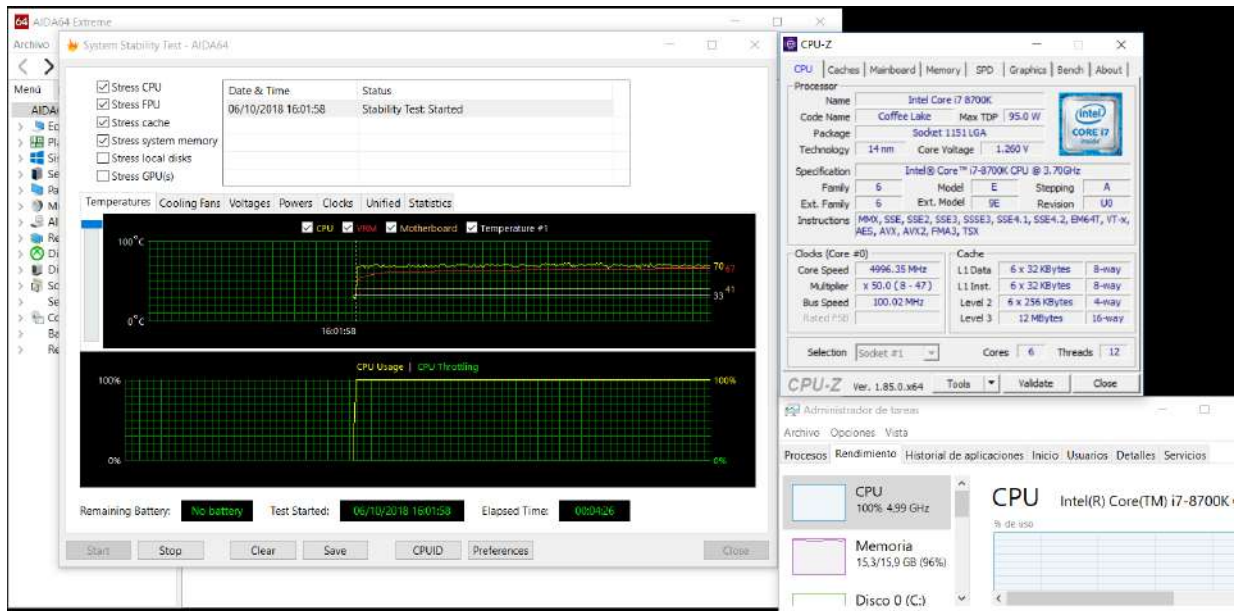


## 4,9ghz



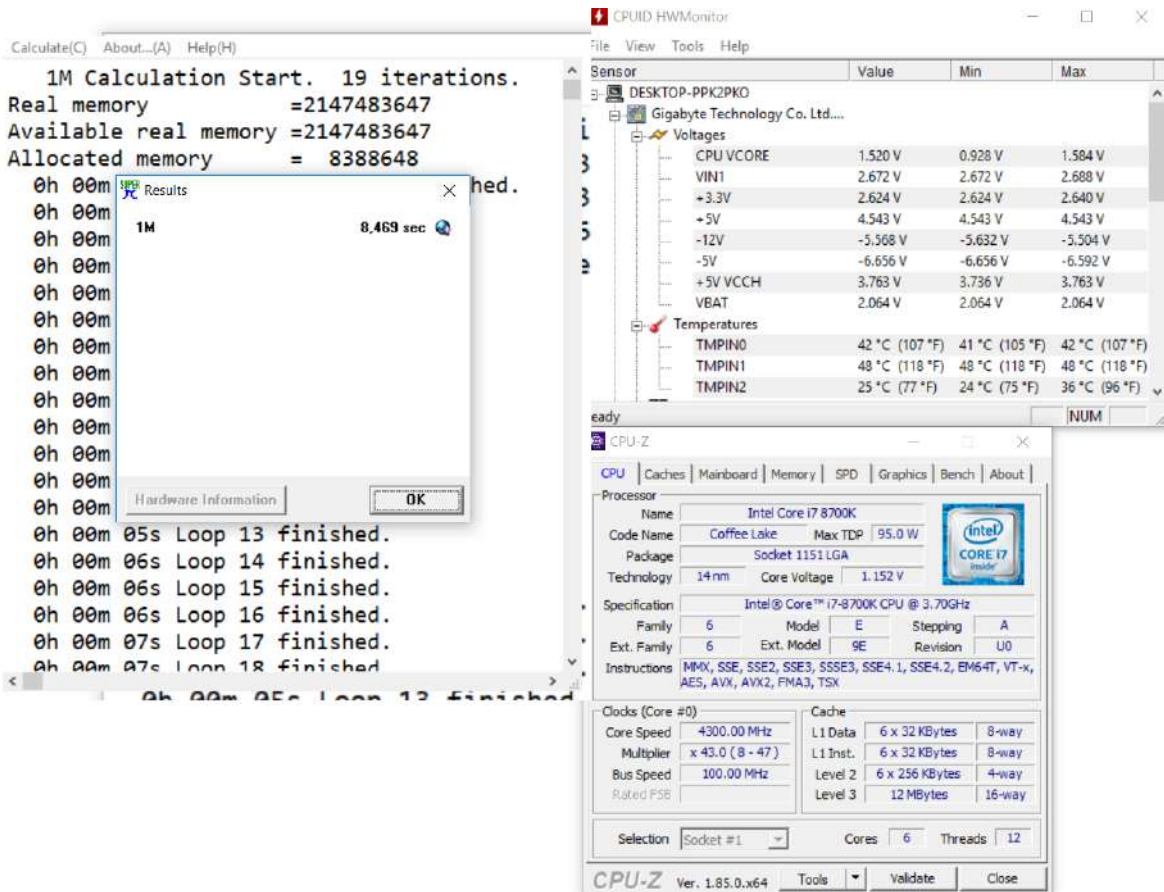
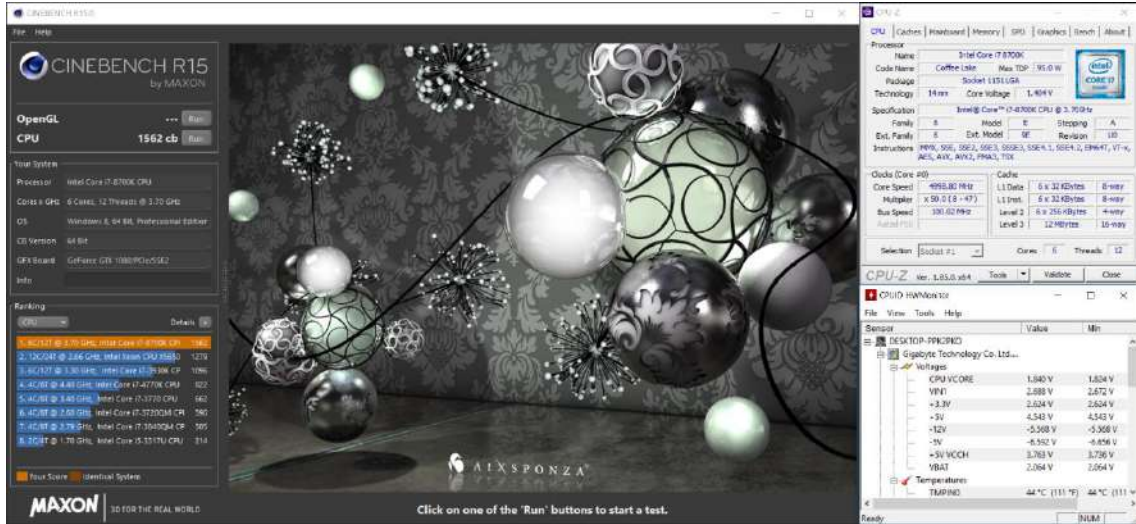


5ghz



2.-Captures rendiment CineBench R15/SuperPi:

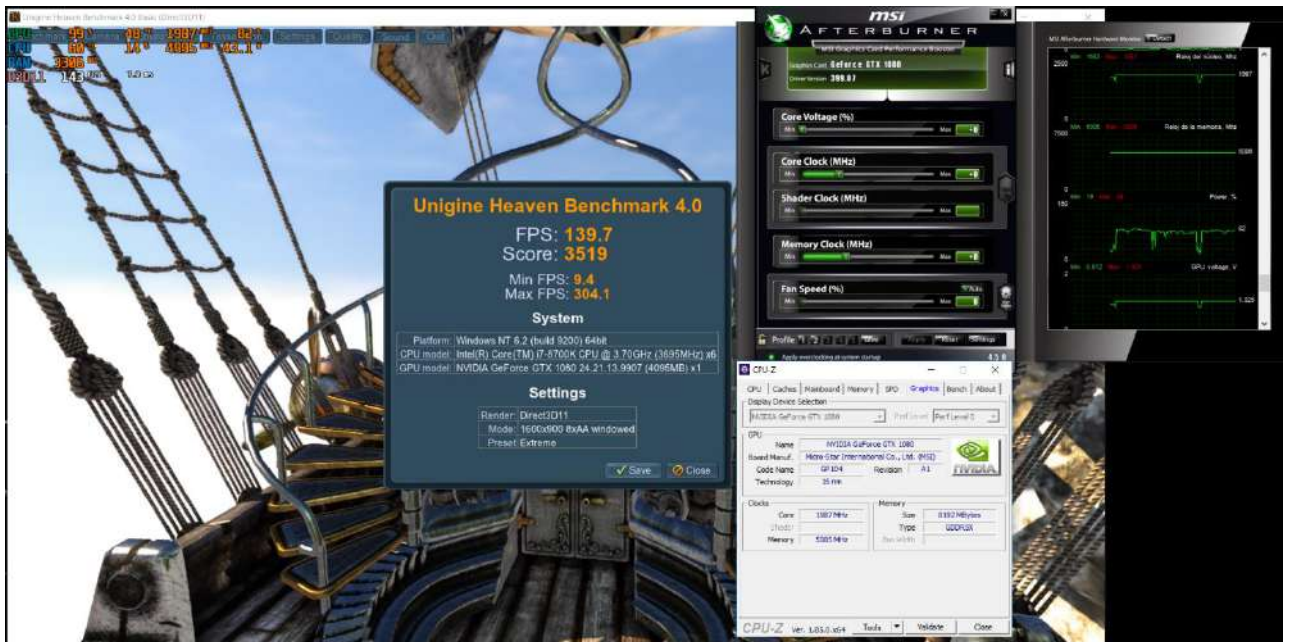
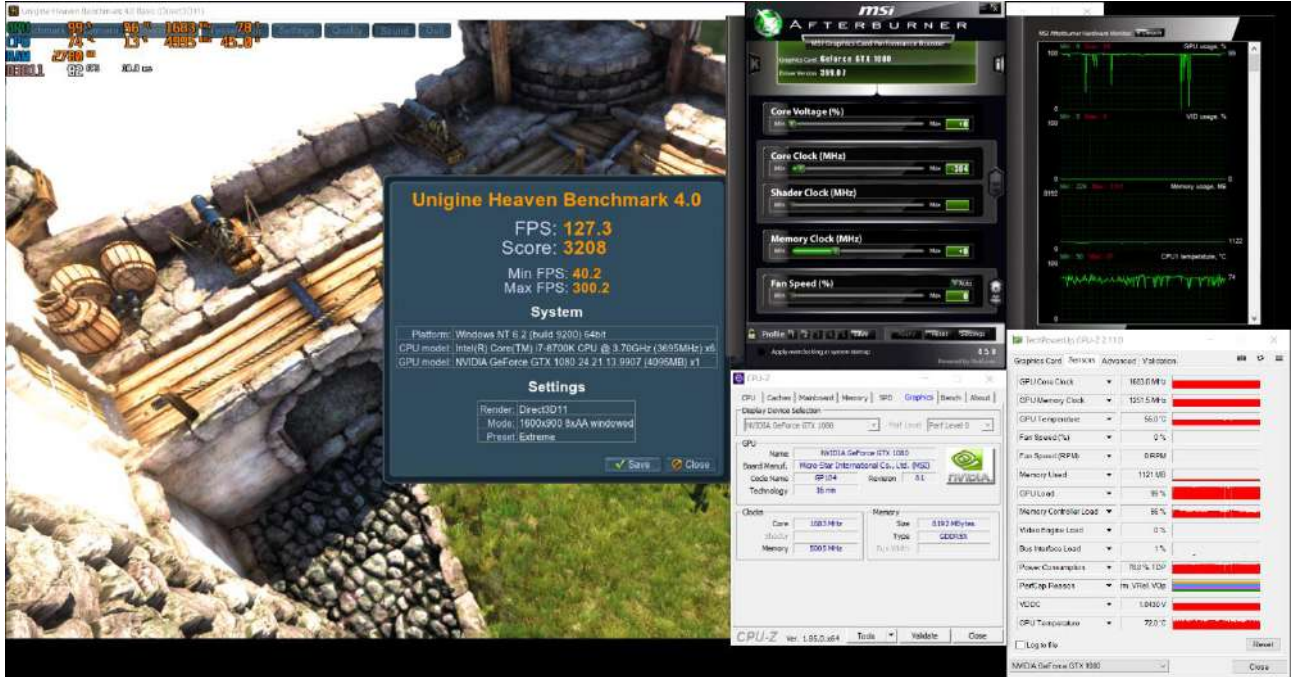






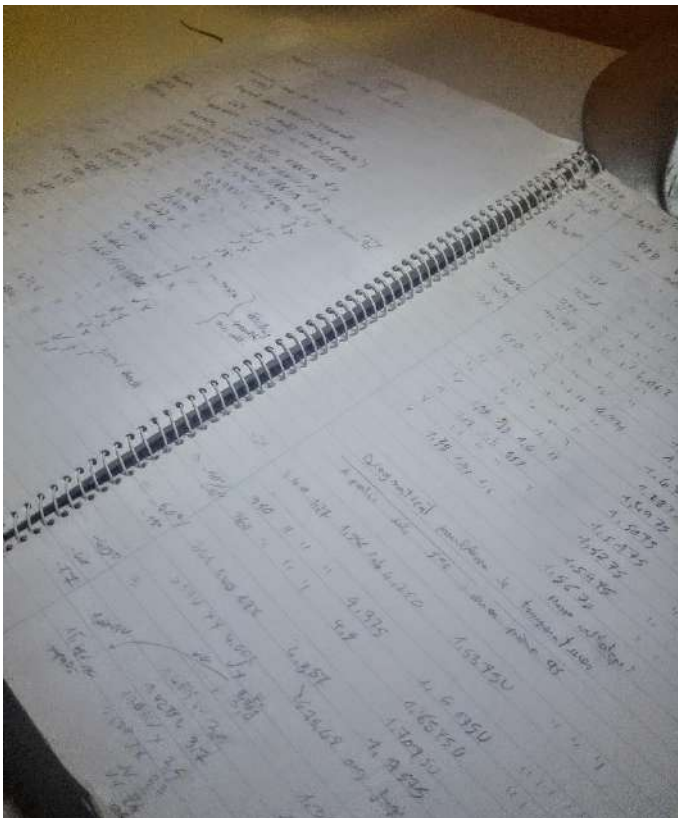


### 3.-Captures del rendiment de la gràfica:





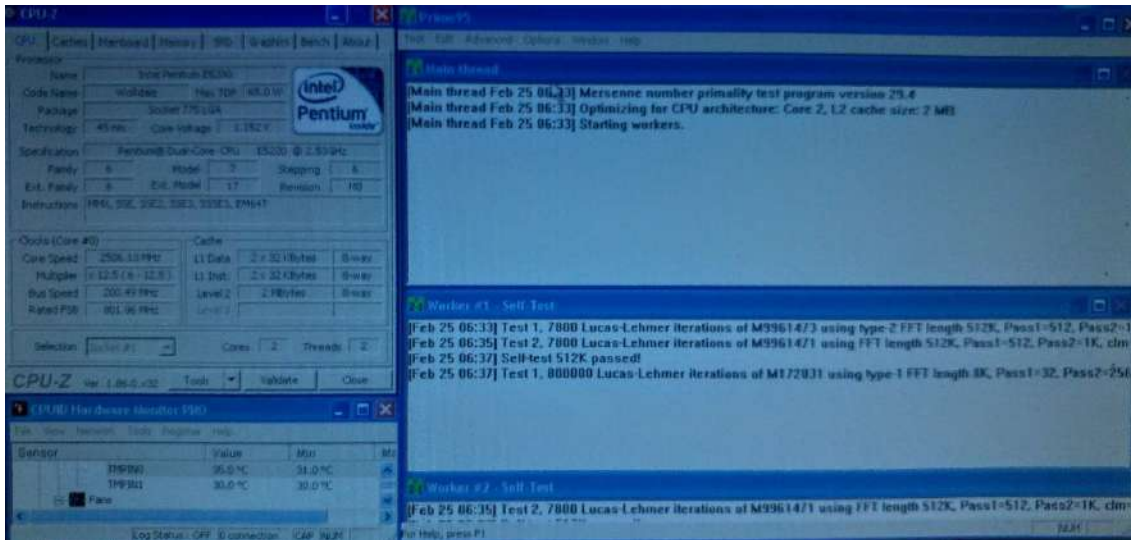
### 9.2.2.-Overclocking extrem



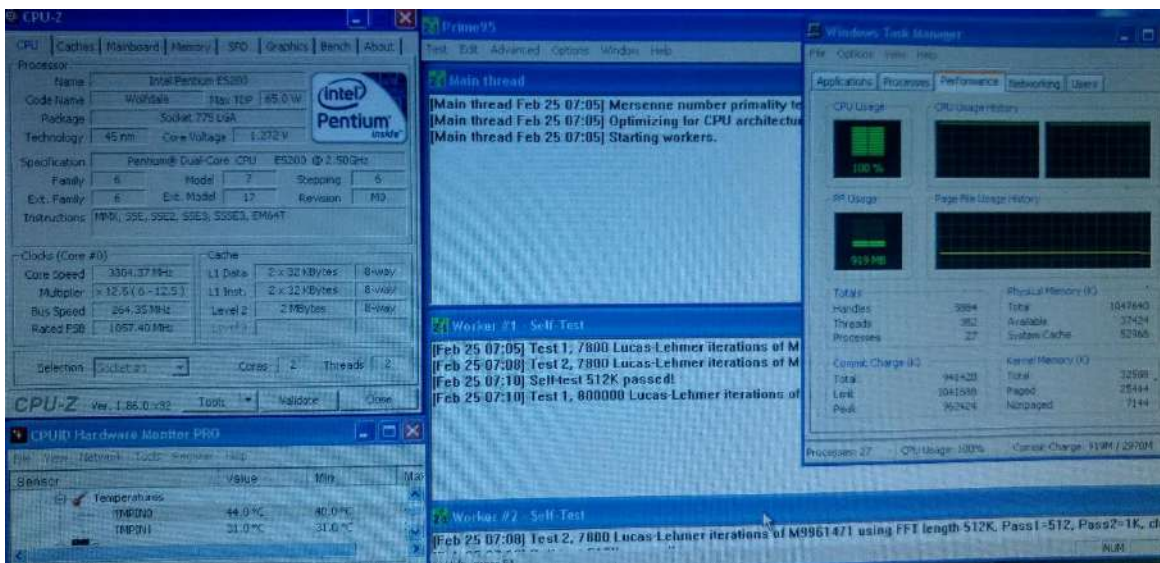
Exemple dels apunts que realitzava de les diferents configuracions per estudiar la seva estabilitat i possibles millores.



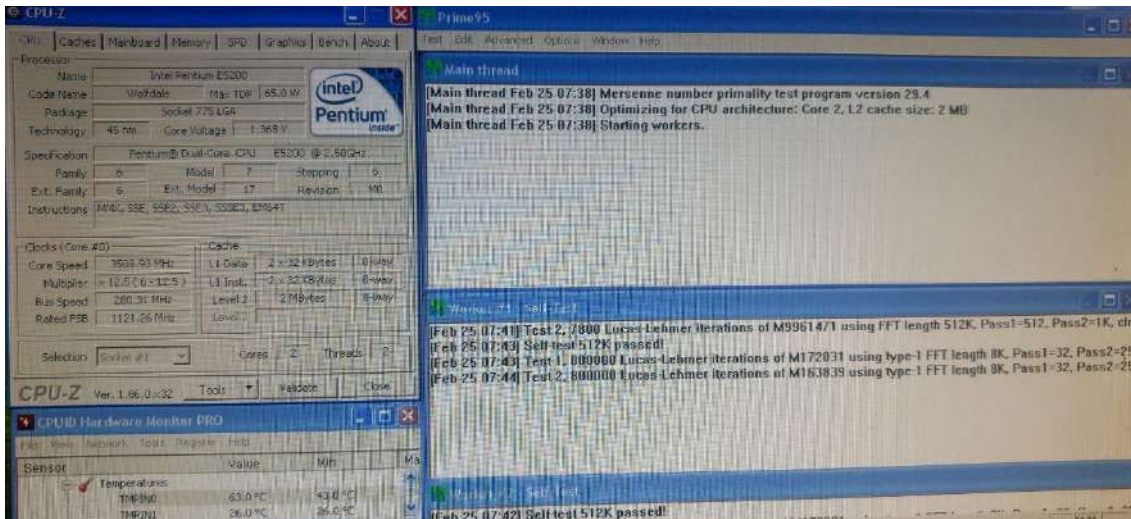
IC2D E5200 2,5ghz 1,1475V (líquida)



IC2D E5200 3,3ghz 1,265V (líquida)

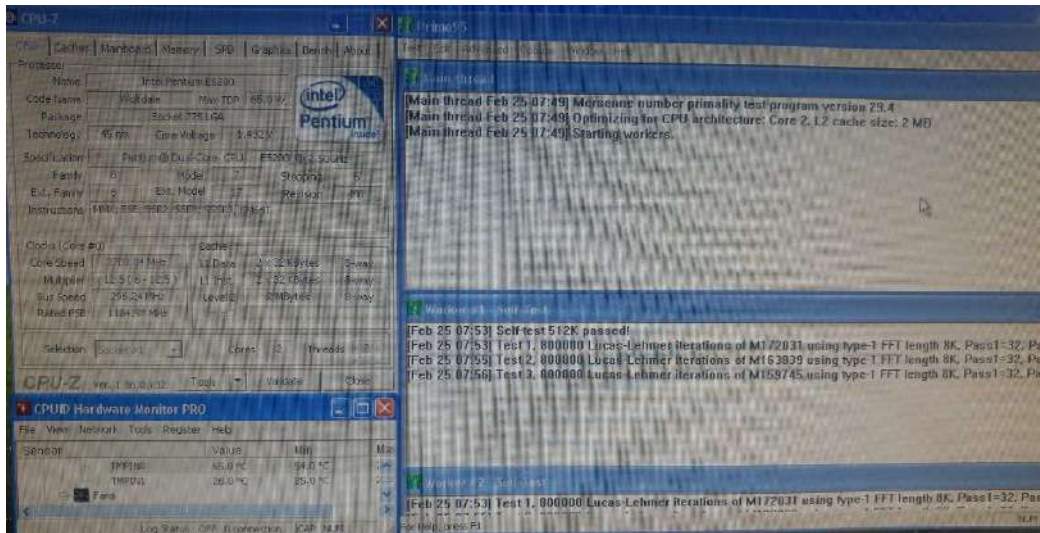


IC2D E5200 3,5ghz 1,3675V (líquida)

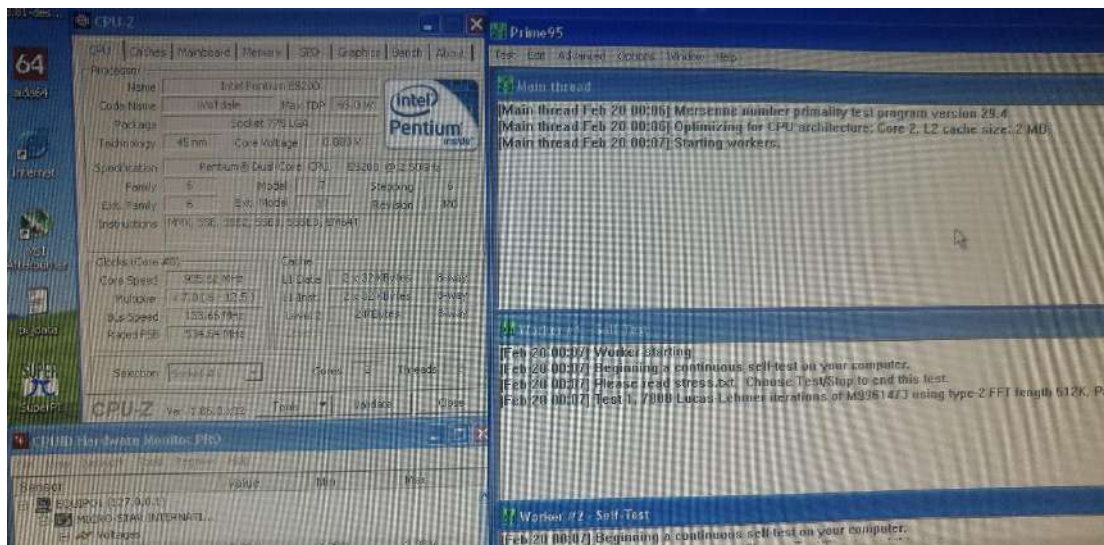




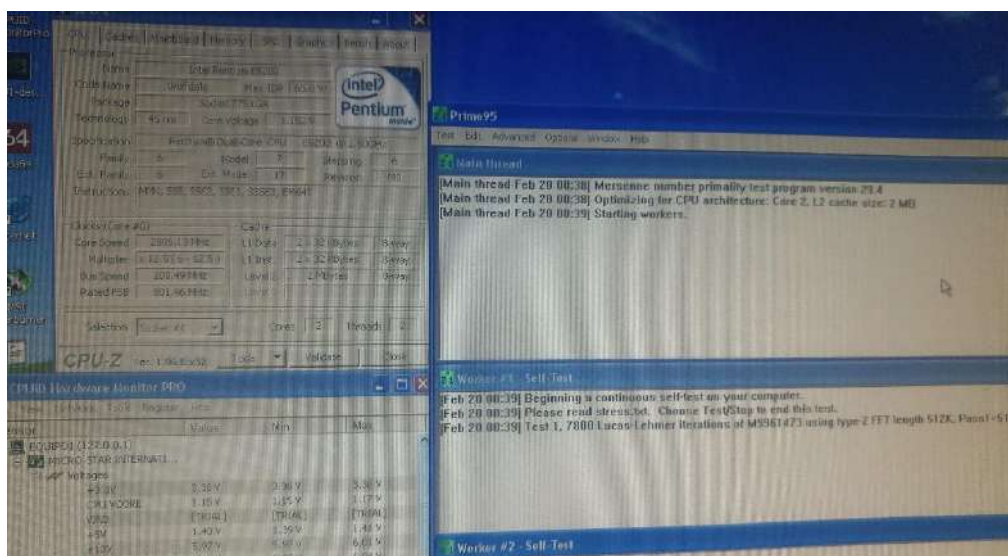
IC2D E5200 3,7ghz 1,4275V (líquida)



IC2D E5200 0,95ghz 0,8V (gel sec)

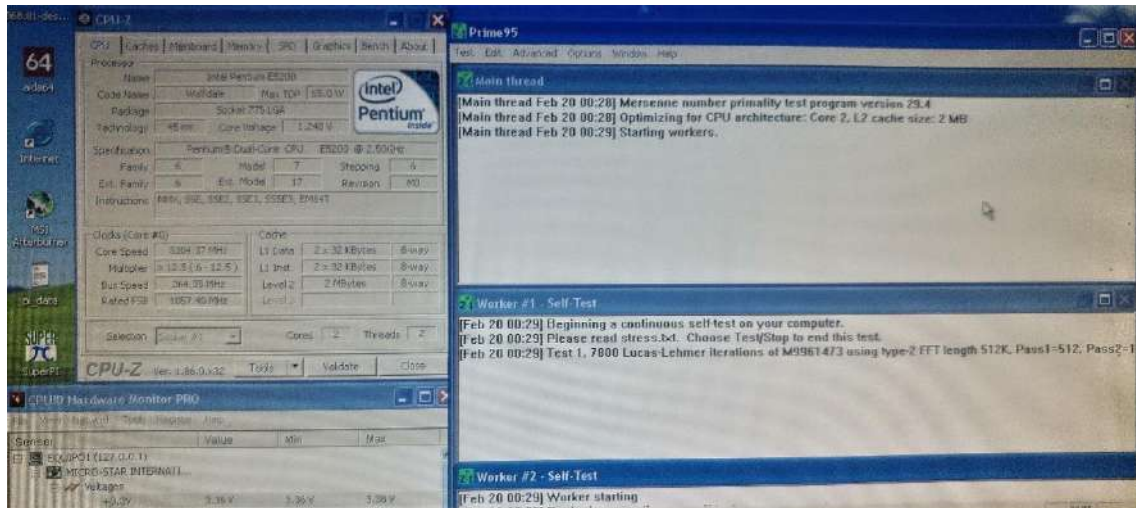


IC2D E5200 2,5ghz 1,1475V (gel sec)

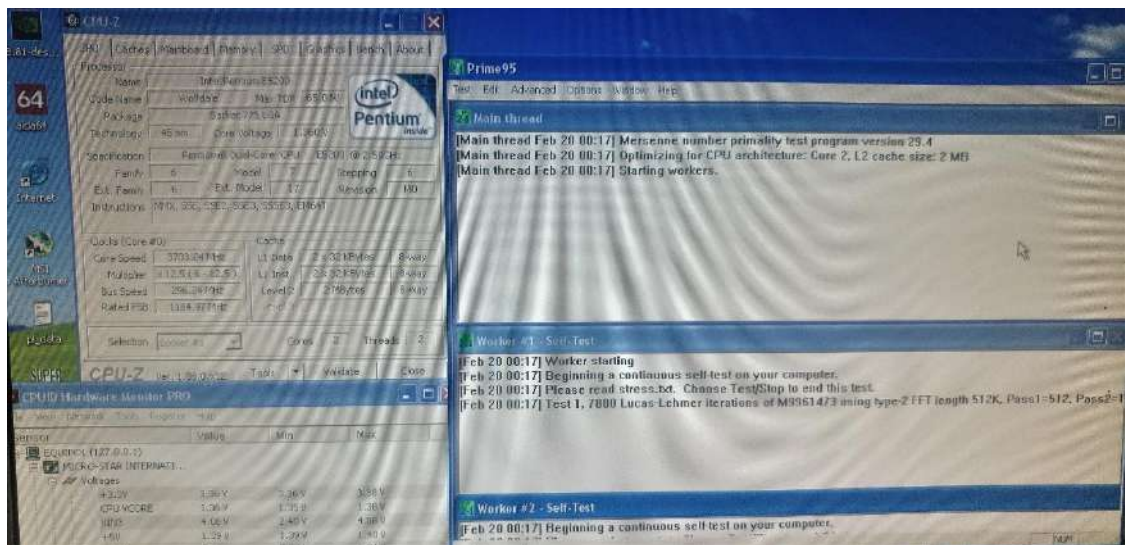




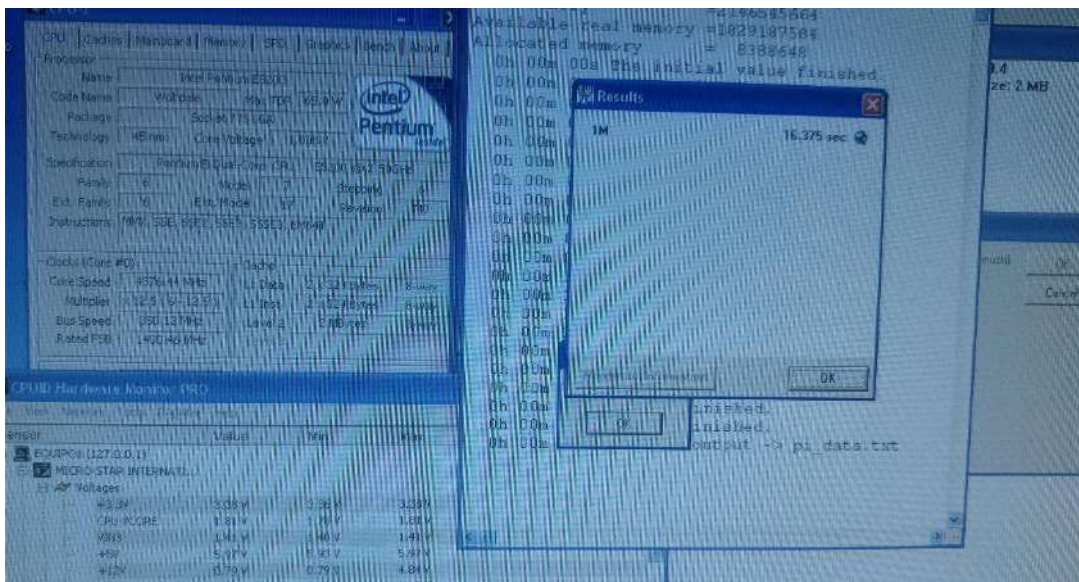
E5200 3,3ghz



IC2D E5200 3,7ghz



IC2D E5200 4,387ghz







## **10.- Agraïments:**

**Empresa, *Reciners Informàtica S.L.***; per proporcionar tota mena de material per la part pràctica del projecte, especial menció als processadors del projecte d'overclocking extrem

**Col·laborador, *David Casado***; per finançar gran part del projecte de la refrigeració líquida custom

**Col·laborador, *Marc Pararols***; per proporcionar i facilitar part del material més costós del projecte de la refrigeració líquida custom

**Col·laborador, *Marina Guerrero***; per proporcionar part del gel sec utilitzat durant el projecte d'overclocking extrem

**Comunitat d'overclocking de *Discord***; per ajudar-me a comprendre alguns conceptes complexos i dubtes de la part teòrica

**Família, especialment al meu pare, *Joan Darnés***; per la paciència, la dedicació i l'ajuda empleada en la part pràctica del treball

**Tutors, *Àngel Garriga* i *Josep Boix***; per les recomanacions i la valoració i el seguiment del treball