

EL THEREMIN



Guillem Caballero Roa
Música i Matemàtiques
Curs 2007/08

Índex

Introducció_____pàg. 3

Biografia de l'artífex_____pàg. 4

Detalls físico-matemàtics del funcionament del theremin_____pàg. 6

El theremin com acta fundacional de la música electrònica, i la seva posterior evolució_____pàg. 11

Bibliografia_____pàg. 15

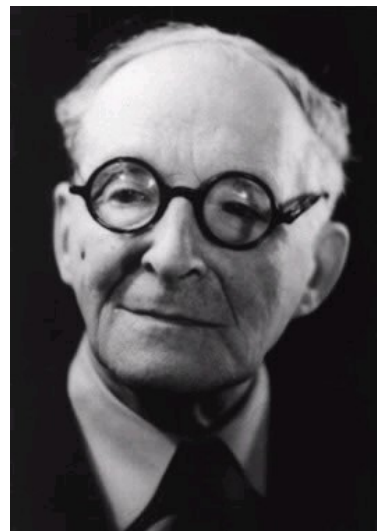
Introducció

D'entrada, he de dir que la idea de fer el treball de Música i Matemàtiques sobre el theremin *ja* la tenia l'any passat, en quant em vaig proposar fer aquesta assignatura. Parlant amb companys que la cursaven, em van comentar que l'avaluació consistia bàsicament en la confecció d'un treball més o menys divulgatiu, que relacionés (o assimilés) conceptes matemàtics i musicals dins seu. Per aquelles alçades, visionava amb un amic un documental que em fascinà: *Theremin, an Electronic Odyssey*, on descobria quina havia estat la història particular del theremin, aquest aparell que coneixia vagament, i que sempre m'havia encuriósit (és constant en la meua vida encuriósir-me pel so, sigui agradable o desagradable; hi tinc un lligam especialment fort). Així doncs, el caràcter electromagnètic que se li suposava a l'aparell en qüestió s'avenia a priori amb les motivacions que havia de tenir el treball que hauria de fer l'any següent: ja tenia tema.

Tot i així, la veritat és que ha estat molt difícil elaborar un treball pròpiament "científic", donat que la informació al respecte no abunda, i que molta de la que es pot trobar és especialment inassequible (potser no tant per un estudiant de Física, però sí per algú que ni recorda les Lleis de Newton, amb perdó). D'aquesta manera, aquest treball ha acabat tenint un tarannà molt més divulgatiu que no pas matemàtic. Amb tot, la temàtica central del treball és un estudi físic (bastant superficial) del funcionament del theremin. Abans d'això, parlem del seu creador, Lev Termen (o Léon Thérémin, el nom afrancesat amb el que se'l sol conèixer), i tot just després confeccionem una cronologia de la música electrònica.

Biografia de l'artífex

Lev Sergeievitch Termen neix a San Petersburg el 15 d'agost de l'any 1896. Ja des de petit s'interessa tant per la música com per l'electricitat, que durant els seus 97 anys de vida romandran les seves dues grans passions. La primera el converteix en un excel·lent violoncel·lista tot just essent un infant; la segona el durà a llicenciar-se en Física a la Universitat de Sant Petersburg l'any 1917, mentre estudia Teoria de la Música i violoncel a l'Institut musical de la mateixa ciutat. Segons escriu ell a les seves memòries: *“Vaig començar a estudiar electricitat als 7 anys i música als 9. Vaig adorar la música des de la infantesa, perquè la sentia com quelcom viu i real (...). Sempre havia desitjat trobar una forma d'unir la meva passió per l'electricitat amb la que sentia per la música”*.



No trigaria a complir el seu propòsit: l'any 1920, mentre treballava a l'Institut de Ciències Físiques, Tecnològiques i de Ràdio tutelat pel professor A.F. Yoffe com a investigador del laboratori d'oscil·ladors elèctrics, Termen dóna amb la idea: seguint els principis de transmissió de ràdio i una tècnica perfeccionada per ell de detecció de moviments de conductors elèctrics, pren un gabinet, hi munta un circuit elèctric interior (no molt complicat) i dues antenes al descobert, convenientment connectades al circuit. Mitjançant el moviment de les seves mans (a la manera d'un director d'orquestra) assoleix la immortalitat, davant dels ulls aclaparats del professor Yoffe. Efectivament, sense tocar físicament l'aparell, treu d'ell un peculiar so, a mig camí entre el so d'un cello i el d'una soprano (també recorda el so de les “serres musicals”), fent ni més ni menys que... música. Ràpidament, el seu mentor convoca al laboratori sencer, que reacciona davant la demostració amb una tancada ovació.

L'increïble instrument no triga a fer-se notori; el mes de novembre del mateix any, ja són els estudiants de la Facultat de Mecànica els fascinats, en el que es podria considerar el primer concert de theremin de la història. Els concerts a partir d'aquí se succeiran amb una intensitat prodigiosa; Termen sol·licita la patent del seu invent l'any 1921, dins la voràgine que viu Rússia en aquells temps: la Unió Soviètica està a punt de constituir-se, i tota la ciència comunista es dedica amb afany a l'empresa d'electrificar la societat rural de la nació. Quan Termen dóna un concert davant del Sindicat Electromecànic, el theremin assoleix la fama al seu país: es publiquen articles en els diaris russos oficials *Pravda* i *Izvestiya*, i la transcendència de l'aparell acaba per encuriosir Lenin.

Diu Termen: *“El maig del '22 vaig tenir l'alegria de conèixer personalment Vladimir Illyitch Lenin, que em convidà al Kremlin perquè li fes una demostració de l'instrument a la seva oficina. Em va felicitar per les meves investigacions i es posà a tocar ell mateix!, que per cert tenia una gran oïda musical”*. Lenin li dóna, d'alguna manera, el passaport per mostrar el seu invent per Occident.

Comissionat pel ja govern soviètic (pel qual ara treballa d'investigador en el camp de l'electricitat com energia renovable), Termen es dirigeix inicialment a França, fet pel qual gal·licitza el seu nom, rebatejant-se com Léon Thérémin. Visita Anglaterra, Alemanya, i finalment arriba als Estats Units, on l'instrument (conegut fins al moment com *termovox* o *eteròfon*) pren el nom amb el qual ha acabat essent universalment conegut: *theremin*.



L'any 1929 sol·licita la patent del theremin a Estats Units, essent-li automàticament concedida (a la URSS l'aconsegueix l'any 1924, tres anys més tard d'haver-la demanat). Termen (que segueix inventant) es converteix en una simpàtica celebritat. Albert Einstein, Serguei Eisenstein (el director de cinema) o un jove Robert Moog, entre molts d'altres, mostren un gran interès per conèixer l'inventor del theremin. També una jove Clara Rockmore, violinista frustrada d'origen lituà, coneix Termen (l'any 1934), per acabar-se convertint en la intèrpret de theremin més celebrada que ha existit fins els nostres dies. Durant la dècada dels '30, després que l'inventor concedeixi els drets de producció a la RCA, el theremin (en model comercial) es ven notablement entre els ciutadans americans. De fet, l'instrument es comença a vendre sota l'eslògan (molt americà, per cert) *"Tot el món n'hauria de tenir un a casa seva"*. Aquí és quan el theremin (si més no, la seva funcionalitat) s'aparta més de les idees inicials (més clàssiques i *professionals*) de Termen, que l'havia concebut com un instrument acadèmic, en el sentit que havia d'anar dirigit a la composició i estudi musical clàssic (la seva interpretació requereix un virtuosisme molt elevat). Evidentment, el contacte del theremin amb el món liberal, paral·lel al procés de popularització i massificació de la música occidental, no li va fer cap favor a aquesta concepció, passant a convertir-se en l'"aparell d'efectes" per excel·lència, usat en pel·lícules de ciència ficció o de terror dels anys '40. Termen arribarà a renegar del seu invent, fins i tot (quan no era culpa seva en absolut; ja se sap...). Digué: *"De la mateixa manera que no concebo tocar barroerament un violí amb la finalitat de crear un efecte, m'és impossible veure el meu invent de la mateixa manera des de que alguns l'usen de qualsevol manera que no és l'estrictament musical"*.

D'aquí a l'oblit de tant un com l'altre en dècades posteriors, generant-se un fetitxisme cap a l'aparell que arriba fins els nostres dies.

Termen mor l'any 1993 amb una quantitat ingesta de patents sota el seu nom. El món artístic i científic en general rendeix homenatge a la seva memòria, ja que, vulguem o no, l'oblit de la seva figura no va ser mai complet. Així, se'l recorda justament com un dels grans inventors del segle XX, i al seu artefacte més conegut, com el primer instrument electrònic de la història, alhora que l'últim gran instrument musical (dins la concepció clàssica, és a dir, un aparell amb tècnica d'interpretació musical pròpia) de sempre. En paraules del periodista rus Yuri Linnik quan Termen morí, i fent-se servir d'un palíndrom: *Termen ne mret*, que en rus vindria a significar: *"Termen no morirà"*.

Detalls físico-matemàtics del funcionament del theremin

Com hem dit, l'any 1920, en el marc de la Facultat de Mecànica de Sant Petersburg, el físic rus Lev Termen va fer la primera demostració en públic de theremin, amb les consegüents reaccions de sorpresa i fascinació dels assistents, atribuint, tot i l'indiscutible motiu físic, connotacions màgiques al què estava succeint. Donat que el gnosticisme i les creences paganes i místiques queden força lluny del caràcter que ha de tenir un treball de matemàtiques, en aquest apartat m'oblidaré del concepte "màgia" (en el qual crec, sincerament) i donaré amb cert rigor algunes justificacions de per què i com és que el theremin no són dues antenes simplement sinó un veritable instrument musical, el primer instrument electrònic de la història.

Em centraré en l'explicació de les relacions d'acció física en el cas del primer theremin, és a dir, del theremin analògic, tot comptant amb que els actuals theremins digitals són una sofisticació del mateix sistema, usant components més complexes que fa gairebé cent anys (essencialment, la diferència entre un theremin analògic i un de digital és que el primer funciona a partir de vàlvules termoióniques i el segon a partir de transistors, de la mateixa manera que molts aparells electrònics al llarg dels anys).

A mode d'entrant, en paraules del mateix Termen (sembla que el fet que un theremin soni sigui simplíssim a partir de la seva explicació banal): *"S'obtenen fàcilment sons de to variable usant un corrent altern de freqüència també variable. Es col·loca una petita vara vertical a mode d'antena, fet que genera ones electromagnètiques d'intensitat molt dèbil al voltant de la mateixa. Aquestes ones tenen una longitud i una freqüència definides: l'aproximació d'una mà -que és un conductor elèctric- altera la configuració del camp electromagnètic que envolta l'antena, canvia la seva capacítancia i, per tant, afecta la freqüència del corrent altern generat en l'instrument. D'aquesta forma, es produeix una sort de "toc invisible" en l'espai que rodeja l'antena i, de la mateixa manera en què en un cello la pressió d'un dit sobre la corda produeix un so més agut com més s'acosta el dit al pont, en el cas del theremin el to s'incrementa com més s'acosta la mà a l'antena. De la mateixa manera, la intensitat del to canvia en aproximar l'altra mà a l'altra antena, de forma circular, al voltant de la qual es formen ones electromagnètiques seguint el mateix principi. L'aproximació de la mà produeix un canvi en la intensitat del corrent altern que produeix el to. Així, aixecant la mà per sobre de l'antena horitzontal en forma d'anell la nota creix en volum, mentre que baixant la mà per sota d'ella es fa més dèbil, fins morir enmig del més suau pianíssim".* Fascinant.

En l'explicació més científica oferta a continuació s'introduiran diversos conceptes electromagnètics que assumirem com certs.

·Física i matemàtiques darrere del theremin

En la base del funcionament del theremin s'hi troben un o més oscil·ladors de freqüència de batut (en anglès i d'ara endavant, BFOs). Un BFO és un oscil·lador (antena emissora) usat per crear una senyal de freqüència d'àudio a partir de

transmissions d'ones sonores simples (sinusoïdals) per fer aquestes *audibles*. Aquests BFOs són emprats tant en la tasca de generar el to de l'instrument com per controlar el seu volum. Assumint doncs que el funcionament d'ambdues antenes és molt similar, considerarem únicament el circuit la producció del to amb un BFO que conté dos oscil·ladors generant senyals independents amb freqüències angulars ω_1 i ω_2 .

Les senyals del BFO s'expressen matemàticament com $A_1 \sin \omega_1 t$ i $A_2 \sin \omega_2 t$. A continuació, les vàlvules termoióniques del theremin mesclen les dues senyals gràcies al fenomen d'heterodinació, generant noves freqüències. En el nostre cas, el fenomen es dona de manera que les dues senyals es multipliquen resultant una sortida V així:

$$V = A_1 A_2 \sin \omega_1 t \sin \omega_2 t$$

Canviem adientment la fórmula usant identitats trigonomètriques bàsiques i obtenim

$$V = \frac{A}{2} [\cos(\omega_1 - \omega_2)t - \cos(\omega_1 + \omega_2)t],$$

on $A=A_1 A_2$. Així, hem vist que el nostre fenomen d'heterodinació ens ha generat dues components de freqüència noves: una és la diferència de les freqüències individuals de cada un dels dos oscil·ladors (l'anomenada "freqüència de batut"), i l'altra és la suma. Aleshores, usant un *filtre passa-baix* (o *low pass filter*, un filtre que permet el pas de freqüències baixes i atenua les més altes), la senyal corresponent a la suma de freqüències s'atenua gairebé completament, deixant només la component diferència com a senyal significativa,

$$V = \frac{A}{2} \cos(\omega_1 - \omega_2)t.$$

Bàsicament, el theremin altera molt lleument la freqüència d'un dels dos oscil·ladors del BFO, de manera que V canviï també. A la pràctica, això s'aconsegueix construint un dels oscil·ladors de tal manera que l'*efecte capacitiu* (la capacitància és la quantitat d'energia elèctrica que emmagatzema un conductor per l'efecte d'una diferència de potencial determinada) que la mà de l'interpret exerceix en l'antena del to (la vertical) "afina" lleument l'oscil·lador. Per tant, fins al moment l'efecte de la mà sobre el theremin no és molt significatiu, ja que el canvi en la capacitància de l'antena és de l'ordre dels picofaradays. Un canvi aparentment molt pobre (més tard hi aprofundirem).

En canvi, és d'esperar que les diferències en la freqüència depenent del moviment de la mà siguin molt grans, de tal manera que efectivament l'instrument *tingui* un adequat rang de tons musicals audibles. Aquest marc experimental ja es donava (i molt) en la investigació entorn la transmissió de ràdio, que requereix petits canvis en la capacitància de l'antena i en canvi freqüències d'altres dimensions, que, convenientment, són *reduïdes* (mitjançant díodes) fins situar-se dins del rang audible. No és d'estranyar que foren aquests requisits els que necessità Termen per construir el seu instrument, i no en va els avenços en ràdio assolits a Rússia per aquells temps (parlem de la segona meitat-finals de la dècada de 1910, tot just quan la Revolució Russa) eren enormes. Per tant, l'objectiu per fer sonar el theremin és precisament

aquest: a petits canvis en la capacítància de l'antena, grans canvis en la freqüència de batut (*convenientment* ajustats per poder-se sentir).

A la pràctica, els nostres dos oscil·ladors independents han de complir el següent: un d'ells ha de ser molt estable mentre que l'altre anirà connectat a l'antena i serà, consegüentment, molt variable. Ambdues freqüències associades seran de l'ordre de les freqüències de transmissió per ràdio. Passarem ara a estudiar (superficialment) quina és la influència capacitiva de l'interpret en el theremin, i com es dona de manera que aquest realment "soni".

Adjuntem l'esquema dels circuits dels dos oscil·ladors de tal manera que l'anàlisi sigui més clar (fig. 1). De totes formes, ens oblidarem de l'esquema de control de l'oscil·lador "estable" (el de la dreta) i ens fixarem només en el circuit de l'esquerra (l'associat a l'antena), i de fet en una part del mateix tan sols (fig. 2), que és la part bàsica de funcionament i la directament afectada pels canvis de capacítància.

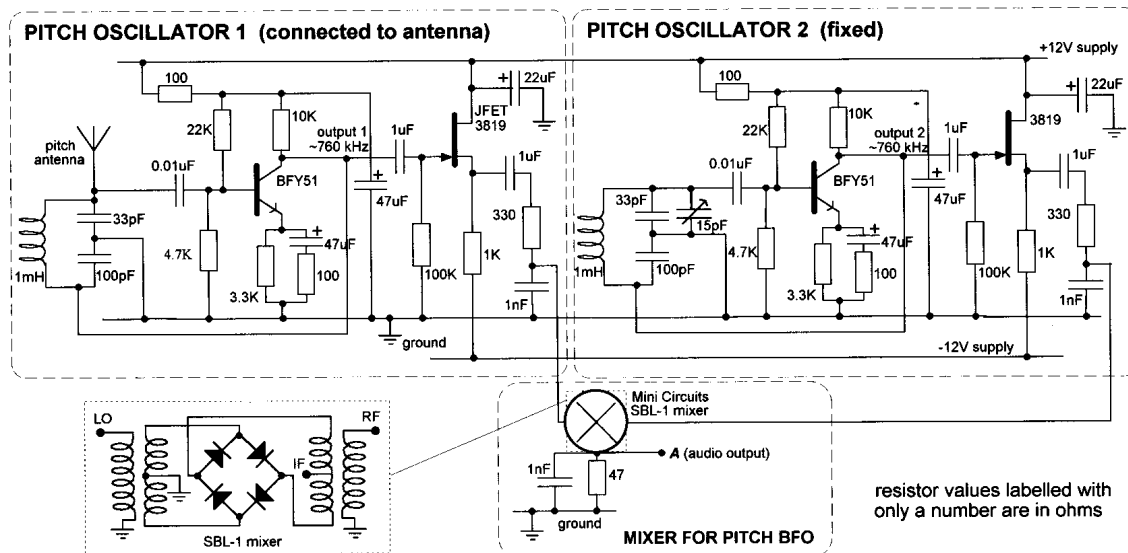


Fig. 1. Esquema del circuit associat a l'antena del to

L'oscil·lador bàsic (el de la fig. 2) és anomenat oscil·lador de Colpitts; bàsicament, un circuit basat en un oscil·lador LC (bobina més condensador en paral·lel), d'alta freqüència i que dona una senyal de freqüència determinada de sortida sense la necessitat de tenir una entrada. La freqüència determinada, en aquest cas, és

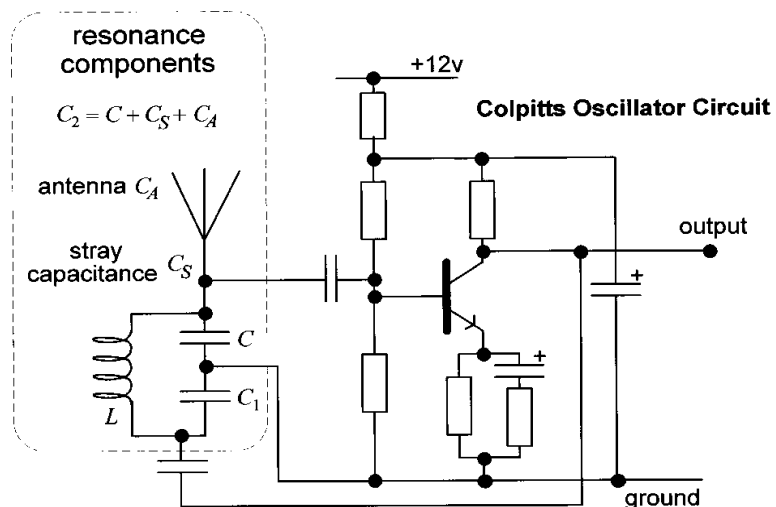


Fig. 2. Detall de l'Oscil·lador de Colpitts de la fig. 1

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L}} \sqrt{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)},$$

on C_2 és la suma de C (la capacítància del circuit), C_A (la capacítància de l'antena) i C_S (l'anomenada *stray capacitance*: una capacítància no desitjada conseqüència del comportament com a capacitor de dos conductors adjacents que interaccionen, com són en aquest cas l'antena i el circuit). És C_A el valor que la mà de l'interpret modifica. Suposem que la situació inicial és tal que la freqüència f_0 (el valor de C_2 en particular) combina amb la freqüència de ressonància de l'oscil·lador 2, mentre la mà de l'interpret es troba a una adequada distància x_0 de l'antena; denotem la capacítància de l'antena en aquesta situació com $C_A(x_0)$. Quan la mà de l'interpret s'acosta a una distància x de l'antena, la denotarem consegüentment com $C_A(x)$. En aquestes circumstàncies, i sabent que $C_2(x) = C + C_S + C_A(x)$, és clar que la freqüència de to f_T del theremin adopta el següent aspecte:

$$f_T = \frac{1}{2\pi \sqrt{L}} \left[\sqrt{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{(C + C_S + C_A)} \right)} \right]_{C_A=C_A(x_0)}^{C_A=C_A(x)}.$$

Passem a veure quina capacítància necessitem per part de l'antena. En un theremin analògic usual, l'antena del to és una vara vertical d'una longitud d'un mig metre. Seria desitjable modelar l'antena com un conductor cilíndric en l'espai, però aquests càlculs no tenen en compte el complex efecte (més difícil d'estudiar) que suposa el fet que l'antena estigui a prop de terra, així que ens valdrem de resultats aconseguits en teoria de les ones de ràdio i relatius a antenes verticals. La capacítància d'una antena en l'absència d'un efecte que la modifiqui (en el nostre cas, en l'absència de la mà de l'interpret) es pot modelar com

$$C_A(\infty) = \frac{2\pi \varepsilon_0 h}{\log\left(\frac{2h}{d}\right) - k},$$

on h i d són la llargada i el diàmetre de la vara-antena, ε_0 és la permissivitat elèctrica en el buit $\left(8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}\right)$, i k és una constant que depèn segons com de lluny es trobi l'antena del terra ($k \approx 0.4$ si l'antena està muntada gairebé a nivell de terra). Prenent els valors $h=0.5$ m, $d=0.01$ m, i $k=0.4$, obtenim $C_A(\infty) \approx 7 pF$. Podem negligir la *stray capacitance* en tant que els seus valors són molt més petits que els de C_1 en el circuit de l'oscil·lador (100 pF en la fig. 1).

Ara ja podem estudiar en quina quantitat es veu modificada la capacítància de l'antena quan un interpret acosta la seva mà cap a la mateixa. Una manera de modelar la mà (poc rigorosa, però a fi i efecte d'aquest estudi, suficient) seria considerar-la un pla perpendicular al terra que s'acosta a l'antena. Seguint amb la visió ideal de la situació, modelem l'acció d'aquesta mà (el pla vertical) utilitzant una "antena imatge", que en teoria de les antenes és una hipotètica antena situada simètricament a l'antena "real"

respecte del pla vertical que resulta útil per facilitar els càlculs electromagnètics en qüestió. Adjuntem la fig. 3 per fer més visible l'explicació:

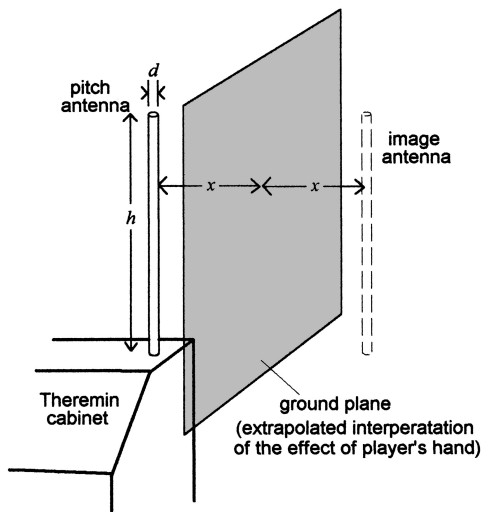


Fig. 3. Aproximació gràfica del model emprat per estudiar la influència de la mà sobre l'antena

Usant això, els càlculs es dedueixen fàcilment de principis estàndards, i s'arriba a la conclusió que l'increment de capacítàcia de l'antena ΔC_A ve donat per

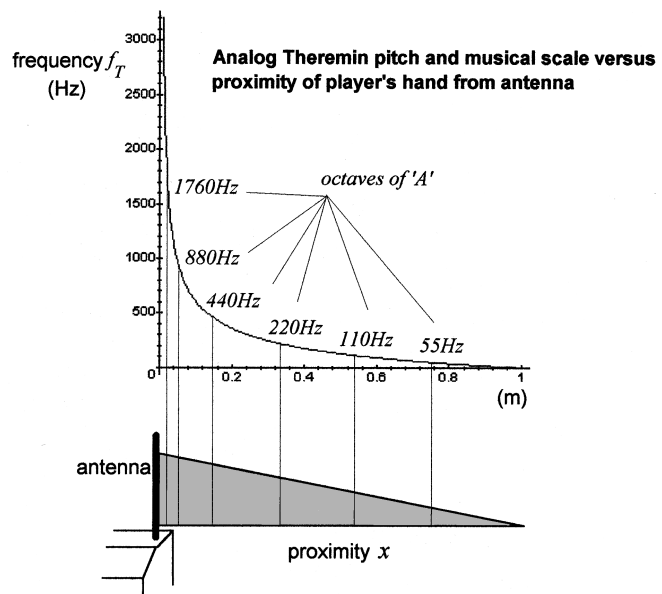
$$\Delta C_A \approx \frac{\pi \epsilon_0 h}{10 \log \left(\frac{4x}{d} \right)},$$

on s'assumeix que la distància de la mà a l'antena és superior al gruix d de la mateixa.

Ara ja podem obtenir la capacítàcia de l'antena a quan la mà es troba a una distància x . Efectivament, $C_A(x) = C_A(\infty) + \Delta C_A$. Per tant, ja tenim relacionats matemàticament el to del theremin i la proximitat de la mà a l'antena.

Podem visualitzar-ho en un gràfic:

Com podem veure, aquest theremin del gràfic ha estat dissenyat sota la premissa que a una distància d'1 m la freqüència de l'antena és gairebé nul·la. Notem que no hi ha "absència" d'efecte capacitiu en cap moment, ja que assumim que si la mà està a un metre, igualment el *cos* de l'interpret es troba prop l'antena, de manera que hi genera una capacítàcia mínima (que no és $C_A(\infty)$, com podríem esperar en un principi). També podem comprovar que a mesura que acostem la mà a l'aparell, el canvi de freqüència (el canvi de to) es produeix d'una manera cada cop "menys lineal", entenent que no existeix una proporció igual en la distribució de cada octava. Com més aguda és l'octava, "més a prop" (quant a desplaçament de mà) es troben les notes. És una justificació plausible a la facilitat amb què hom pot executar un *vibrato* tocant un theremin (aquest efecte és un dels més característics que té l'instrument). Finalment, és ressenyable el fet que la sensació a l'oïda quan la mà "traspasa" el llindar superior del rang audible (situat sobre els 20 KHz) és d'un tall instantani en el so (i no una dissipació progressiva), donat que la proximitat de la mà a l'antena en aquesta situació és tanta que la funció (observada de dreta a esquerra) creix rapidíssimament.



El theremin com acta fundacional de la música electrònica, i la seva posterior evolució

Abans que res, caldria establir un conveni de cara a aclarir a què ens estem referint quan parlem de *música electrònica*: en aquest cas (i en la meua opinió), música electrònica significa música interpretada (total o parcialment) mitjançant instruments, aparells i tècniques basats en principis electromagnètics. Per tant, englobem dins d'aquest concepte música interpretada o composta amb cintes magnetofòniques, amb computadores, amb sintetitzadors, etc. I, òbviament, amb theremin.

Un cop aclarit això, ens podem centrar en el que ha estat la seva evolució al llarg del segle XX, bifurcant-se en variants i variants de variants, fins al conglomerat final que ha suposat la Capsa de Pandora que ha acabat esdevenint la música popular.

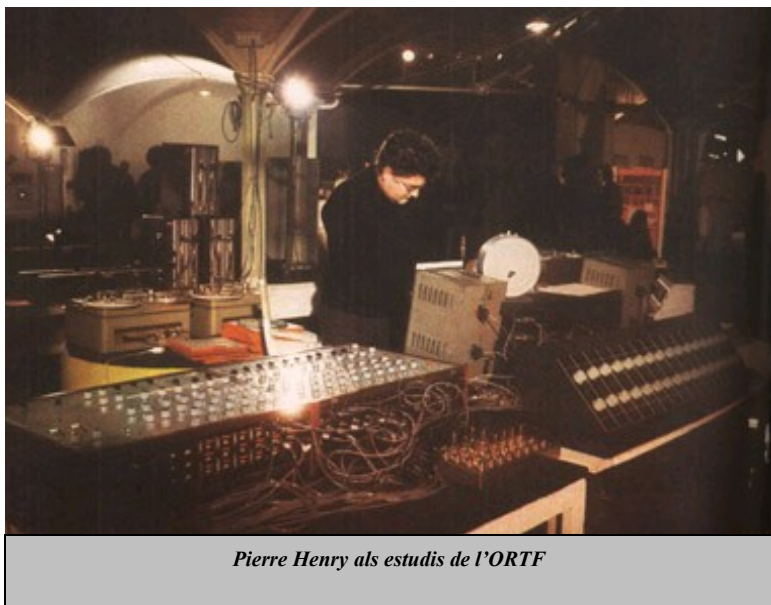
Un altre apunt abans d'entrar en tema: no estic sent massa rigorós (de fet, em desmentiré) quan titllo al theremin d'"acta fundacional de la música electrònica"; si bé sí que és cert que és el primer instrument pròpiament electrònic de la història, no és cert que la música electrònica comencés amb ell. Abans de la seva irrupció ja n'hi havia, de música electrònica.

A principis de la dècada de 1910, Russolo i els futuristes italians conceben una música feta a partir de soroll i de capses de música electròniques (que convindrem que no són un instrument; són *aparells* que generen música, no sé si m'explico). Encara més enrere, Alexander Scriabin, compositor i pianista rus, somniava, influït per aparents disparitats com Nietzsche, el teosofisme i la II Revolució Industrial, hipotetitzava amb un futur en què la música fos executada solament amb mitjans electrònics. De fet fins i tot Francis Bacon (s.XVI-XVII) especulava sobre civilitzacions avançades que transmetessin cultura (en particular, la música) *programadament*.

L'aparició del nostre instrument l'any 1920 és un esdeveniment cabdal per dos motius: un, és un instrument electrònic, el qual suposa un incentiu en la tasca d'invenció d'altres aparells musicals; dos, possibilita una mena d'irrupció estètica (a contracor del que pretenia Tsern, tot i així) amb el món clàssic musical, en el sentit que s'admet popularment que és possible fer música electrònica, i que els cànons que aquesta obeeix no s'avenen amb els imperants en anteriors segles. Tant és així, que el trencament amb la tonalitat expressat manifestament per la música contemporània (possiblement l'avenç musical més radical produït a Occident en els últims temps) es fa servir molt sovint d'aquestes noves possibilitats.

L'any 1928, el compositor i enginyer francès Maurice Martenot presentà un aparell (les *Ones Martenot*) consistent en un generador de baixes freqüències manipulat mitjançant un teclat de piano. És el clar precursor dels sintetitzadors, en el sentit que aporta l'avenç de facilitar l'ús, ja que el theremin era un instrument molt complicat de tocar. Martenot també obre un estudi de gravació, un altre estandard cabdal quant l'avenç músicotècnic en el segle XX.

No serà l'estudi de Martenot, sinó el de Pierre Schaeffer, el que propulsarà una nova manera de concebre música. Aquest enginyer sonor (i també compositor; els dos



Pierre Henry als estudis de l'ORTF

rols cada cop es fonen més en un mateix) entra a treballar, l'any 1936, a l'*Office de Radiodiffusion Télévision Française* (ORTF) a París. Fou allà on, emprant gravadores, micròfons, magnetòfons i demés aparells perversos Schaeffer començà a experimentar, utilitzant tècniques talla-i-enganxa, reproduint gravacions al revés, etc. Aquestes tècniques de muntatge donaren lloc a un nou tipus de muntatge de so,

molt costós quant a esforç, però sorprenent quant a resultats. Schaeffer les batejà com “música concreta”, un terme que encara ara es continua usant, i un predecessor clar de les possibilitats que va oferir l'aparició del *sampler* (que després explicarem).

El primer experiment conegut de Schaeffer consistí en la concatenació i superposició de soroll de trens. Tots els seus primers estudis van tenir aquest caràcter “sorollista”, als quals batejava amb sumptuosos i suggerents noms com *Simfonia per un home sol*, composta juntament amb el seu col·lega Pierre Henry (amb el qual fundà, l'any 1949, el *Groupe de Recherche de Musique Concrète*). L'estudi comú dels dos Pierres atragué nombrosos compositors, el més destacable dels quals un tercer Pierre, Boulez.

A finals de la dècada dels '40 Werner Meyer-Eppler, director de l'Institut de Fonètica de la Universitat de Bonn, pareix el *vocoder*, un dispositiu electrònic que sintetitzava la veu humana (encara avui molt usat). El seu treball teòric influí fortament entre els investigadors de l'estudi de la *Ràdio d'Alemanya Occidental*, a Colònia (fundada l'any 1953), l'interès dels quals girava entorn la síntesi electrònica dels sons mitjançant generadors de so i altres aparells. També el serialisme de Schönberg i la possibilitat d'establir un mètode musical basat en relacions numèriques i de simetria (tal com vam veure al final del curs) establien fort lligam amb els seus anhels. Bruno Maderna i Karlheinz Stockhausen foren els compositors (italià i alemany, respectivament) més notables de l'època que treballaren sota aquests patrons, elaborant peces completament electròniques de poca duració (anomenades *síntesis additives*).

A finals dels '50 la proliferació d'estudis de música electrònica a Europa era aclaparadora. Possiblement, els més importants en aquells temps eren el de la RAI a Itàlia (fundat per Maderna), l'Institut de Sonologia d'Utrecht i l'estudi EMS d'Estocolm. Els dos corrents bàsics dels desenvolupaments electrònics de l'època (podríem dividir-los entre música concreta i música electrònica pura) eren un fenomen bàsicament europeu. A Estats Units, tot i que es poden citar obres d'estil “europeu” (*Philomel* de l'americà Milton Babbitt fou una de les primeres composicions per soprano i cinta magnetofònica, seguint principis de Boulez) els avenços en aquest camp anaven paral·lels al desenvolupament de la tecnologia informàtica. Els estudis a universitats

americanes anaven bàsicament destinats a l'elaboració de música feta per computadores, un camp menys desenvolupat a Europa. Així, quedaven fortament diferenciades les estètiques europea i americana.

També als EUA li devem l'aparició del sintetitzador. Abans d'ell, el trombonista americà Paul Tanner havia aportat l'avenç més interessant respecte els instruments electrònics amb el seu tannerin, un aparell que imitava el so del theremin però molt més fàcil d'usar; inspirant-se en el trombó, canvia el sistema d'antenes del theremin per una vara mòbil que regula l'altura. Aquest instrument és famós gràcies a l'obra mestra dels Beach Boys "Good Vibrations" (segons el meu parer, una de les millors cançons pop de la història), on és usat. Però el tannerin mai fou popular, en gran part degut a que les seves prestacions foren ràpidament superades.



El Tannerin

Robert Moog (1934-2005) sempre havia estat interessat per l'electrònica, partint del fet que el seu pare, George Moog, era enginyer elèctric a la companyia Edison. Als 15 anys va construir el seu primer theremin, fet a partir del qual muntà una empresa com autònom de venda de theremins, R.A. Moog Co.

Mentre es doctorava en enginyeria física a la Universitat de Cornell, Moog (també pianista) crea el seu primer sintetitzador, el *Moog Modular Synthesizer*, presentat en públic l'any 1964. Aquest aparell, basat en un teclat de piano connectat a



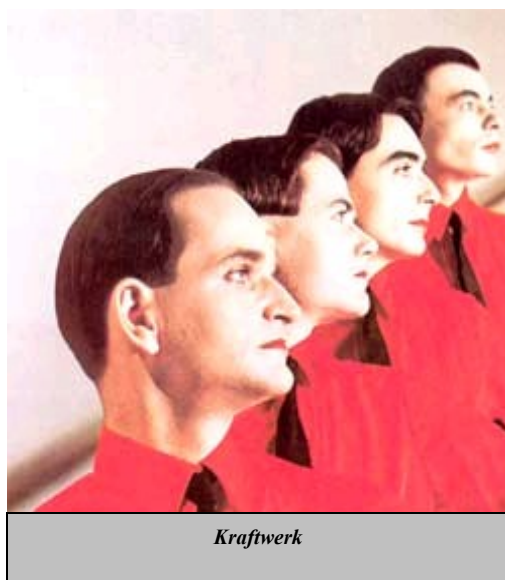
El pantagruèlic Moog Modular Synthesizer

una combinació (variable) de diversos mòduls electrònics fabricats amb vàlvules, cadascun amb una funció determinada, i encabit dins d'un armari, permetia unes possibilitats gairebé infinites (deixi-se'm aquesta falta de rigor) de creació de sons. Ràpidament, l'empresa Moog Music cresqué de forma espectacular, i Moog comercialitzà nous models, el més cèlebre dels quals fou el Minimoog, una versió altament pràctica i portàtil del seu sintetitzador, i segurament l'aparell electrònic més popular de la història. La primera melodia de gran

fama generada amb el Moog (entre d'altres aparells) és la sintonia de la històrica sèrie de televisió anglesa *Doctor Who*, creada per Delia Derbyshire.

També la compositora i excel·lent clavecinista Wendy Carlos (en aquella època Walter Carlos) popularitzà el sintetitzador amb dos àlbums essencials: *Switched on Bach* i *El Sintetitzador ben temperat* (1968 i 1969, respectivament). La tremenda evolució de la música pop en els anys 60 portà a que el Minimoog s'infiltrés en moltes formacions de llavors. Bandes (altament recomanables!) com The United States of America, Silver Apples o Pink Floyd ràpidament l'assimilen.

A partir d'aquí (gràcies a l'electrònica) els vincles entre la música popular i la música diguem-ne clàssica es fan tan summament forts que es fa difícil classificar moltes obres en una banda o l'altra. Així, compositors electroacústics post-serialistes com Xenakis o Cage s'interessen per les formes de la música popular i les incorporen (tangencialment) a les seves obres (també els minimalistes, com Steve Reich, Terry Riley o La Monte Young), mentre que formacions eminentment rock experimenten amb noves formes musicals, contagiats de les evolucions que parteixen des de la música concreta, el serialisme o d'altres (el *krautrock* alemany, amb bandes com Can, Kraftwerk o Neu! beu del minimalisme, creant



peces llargues i repetitives sota patrons mínims que xoquen o es solapen; també el rock simfònic i progressiu s'alimenta d'aquesta estètica). D'altra banda, el manifest progrés en electrotècnia i informàtica a partir dels 70 duu a una progressiva sintetització del so en les subsegüents dècades fins avui, apareixent l'*ambient* d'una banda (música basada completament en efectes suposadament relaxants) o el *house* i el *techno* (i les seves múltiples variants) de l'altra. Alhora, apareix l'esmentat sampler, un aparell que enregistra digitalment qualsevol tipus de so i el barreja amb tants altres com calgui, i que fa infinites les barreres musicals. Si més no, sonores.

Fins aquí, un resum d'un dels períodes més inquietants quant a evolució musical es refereix de la història (en la meua humil opinió). Les possibilitats s'han fet múltiples des que un físic rus jugava amb un instrument amb el simple moviment de les seves mans. És ben cert que això, d'una banda, ha fet que la música occidental es converteixi en un instrument recreatiu massiu en contraposició a l'elitisme i l'academicisme que l'havia caracteritzat fins el segle XX (avui, sense tenir nocions teòriques ni saber tocar un instrument, qualsevol pot fer música des del seu ordinador), però això no és necessàriament negatiu. Altres tares que té el liberalisme i la globalització que avui impera sobre nosaltres són criticables (criticable seria, per exemple, el mercat generat entorn la música en els nostres dies), però no crec que ho pugui ser la potenciació de la música com a entitat lúdica, que de fet és i ha estat sempre la seva característica principal (simplement, cal mirar més enllà del segle XVI, i adonar-nos que, abans que res, la música sempre ha estat una *celebració*). Tot i això, ni jo sóc molt rigorós quan divago ni aquesta discussió és el punt central d'aquest treball, així que fóra millor escapar de tot això dient allò tan típic: "*Aquesta ja és una altra història*".

Bibliografia

- [1] BENSON, David: *Music: A Mathematical Offering* (versió online). D. Benson, 1995-2007.
- [2] SKELTON, K.D.; REID, L.M.; MCINALLY, V.; DOUGAN, B.; FULTON, C.: *Physics of the Theremin* (paper). Departament de Física i Astronomia de la Universitat de Glasgow, 1998.
- [3] PUCKETTE, Miller: *The Theory and Technique of Electronic Music*. World Scientific Publishing, Co. Pte. Ltd., 2007.
- [4] FONT, Frederic: *Estudi i disseny d'un Theremin MIDI*. Projecte de final de carrera d'Enginyeria Tècnica de Comunicació (especialitat en So i Imatge).
- [5] REYNOLDS, S.; BLÁNQUEZ, J.; MORERA, O.: *Loops: Una historia de la música electrónica*. Reservoir Books, Barcelona, 2002.
- [6] MARTÍN GARCÍA, Pedro: *Diversiones (capítol 8: "La (triste) historia del theremin")*. Recull de relats a internet (<http://www.arkcenter.net/pedro/diversiones/pdf/div%20-%20000.pdf>).
- [7] Diverses biografies i conceptes consultats a www.wikipedia.org (com era d'esperar).
- [8] La pàgina on trobar un theremin com el meu a un preu recomanable: <http://www.thereminplanet.com/index.htm>.

·Multimedia

- DVD**: MARTIN, Steven: *Theremin-An Electronic Odyssey* (1995). La motivació inicial, el germen de l'interès sobre el fascinant món del theremin.
- Música**: ROCKMORE, Clara: *The Art of the Theremin* (1992). El fil musical que ha acompanyat la confecció d'aquest treball.