

TELECOMUNICACIÓN

Antonio García Pino

DO TELÉGRAFO ÁS AUTOESTRADAS DA INFORMACIÓN

Cando a principios do século pasado se crearon os sistemas telegráficos, non sabían os seus creadores que estaban dando o primeiro paso para chegar á que sería a maior e máis rápida transformación que había de sufrir-lo mundo. A información xa non tería que viaxar obrigatoriamente escrita sobre papel ó lombo dos cabalos, nos vagóns do tren ou nas adegas dun barco, senón que as letras "debuxaríanse" sobre as ondas electromagnéticas, tan velozes que podían percorre-la terra nunha fracción de segundo. As formas en que se debuxa a información sobre a onda electromagnética denomínanse técnicas de modulación.

Nun principio a telecomunicación baseábase na retransmisión de series de pulsos eléctricos que representaban letras (o telégrafo). Isto é o que hoxe denominaríamos un sistema de

codificación dixital da información. Para a propagación desa onda no espazo tendíase un espazo metálico: o cable. Despois a humanidade aprendeu a representa-la información falada mediante unha voltaxe eléctrica, que variaba ó mesmo tempo que a nosa intensidade de voz; a isto hoxe chamariámolo sinal analóxico, e sabemos que é a base do teléfono.

Como todo o mundo desexaba ter ó alcance ese marabilloso invento, tiveron que aparece-las redes de telecomunicación, que permitían pór en comunicación a dúas persoas cun gasto mínimo de cable, aínda que esa tarefa de conmutación dos circuitos tivese que ser realizada de forma manual, ou de forma automática. Para un mellor aproveitamento dos cables inventouse a multiplexación, que permitía transmitir máis dunha información á vez na liña. Para imaxina-la multiplexación temporal de sinais dixitais poderíamos pensar nun operario do antigo telégrafo e nun segun-

do operario que aproveita as pausas do primeiro para transmiti-las súas letras. A multiplexación de sinais analóxicos realízase na frecuencia; é máis difícil de explicar sen fórmulas matemáticas, pero calquera se decata, ó acende-lo seu receptor de televisión, de que existen moitos canais dispoñibles que baixan polo cable, e que un pode ir buscando ou sintonizando ata atopalo que desexa.

A finais do século pasado sospeitábase que as ondas electromagnéticas eran mellores cás pombas mensaxeiras para levar mensaxes polos aires. A radio é o resultado da propagación das ondas polo espacio libre. En vez de construír tendidos de cable bastaba unha boa antena para enviala información na dirección desexada e outra boa antena para recollela ó final do traxecto. Ó principio, a radio denominouse “telegrafía sen fíos”, porque soamente se trataba dun cambio de medio: substituí-los fíos polo espacio libre. Pero a radio abriu novos horizontes ás telecomunicacións. Axiña se soubo como usala non só para o servizo telegráfico, senón tamén para o servizo telefónico. Incluso permitiu novos servizos, como o de radiodifusión (mensaxes dunha orixe a múltiples destinos). Á parte disto, os radioenlaces permitiron realizar comunicacións, a longa distancia e transoceánicas, de maneira máis económica ca cos cables submarinos, aínda que non cunha dispoñibilidade total ó longo do tempo, xa que o espacio non é tan libre como conviña, e o camiño das ondas nel é algo tortuoso, polo que algunhas veces a comunicación sofre esvaecementos.

O desenvolvemento dos servizos de telecomunicación sempre foi acompañado do avance da tecnoloxía. A telecomunicación foi posible, porque antes se desenvolveron algúns recursos físicos. Enumerados cronoloxicamente, podemos falar de cables sinxelos e de pares, de altosfalantes e micrófonos, de antenas, de dispositivos electrónicos de baldeiro, de cables coaxiais, de transistores, de circuítos integrados, de fibras ópticas, de satélites, etc. Tampouco se hai que esquecer dos medios lóxicos: teoría e procesado de sinais, protocolos de comunicacións, etc. Por exemplo, a aparición da televisión estivo supeditada a que se desenvolvese unha forma (algo complexa, por certo) de describir unha imaxe mediante un sinal eléctrico variable no tempo, e a uns sistemas transdutores (cámara e monitor) que permiten o paso da imaxe ó sinal eléctrico, e viceversa. Tamén apareceron outros sistemas, como os de radionavegación, radares, enlaces por satélite e servizos avanzados de telecomunicación. O desenvolvemento da Electrónica e dos Computadores determinou e motivou o avance das telecomunicacións ata os límites que hoxe coñecemos.

A telecomunicación nace pola necesidade de establecer comunicacións entre persoas, pero os sistemas de telecomunicacións desenvolvidos teñen un potencial moito maior. A información almacenada nos computadores invade hoxe en día tódolos ámbitos da actividade humana: a conta bancaria, a reserva de hotel, o billete de tren ou avión, o expediente académico, a enciclopedia, a

película preferida, e moitas outras cousas que están gravadas nas memorias dos computadores, ou nos seus sistemas de almacenamento magnético ou óptico. Todo o que se pode almacenar pódese transmitir a distancia; basta con ter unha rede suficiente. O fluxo e o volume de información pódense cuantificar para deseñar circuitos que poidan transferir cada vez maiores cantidades de información no menor tempo posible. O tráfico de telecomunicación, ou teletráfico, pódese analizar e medir igual có dos vehículos rodados. As redes de telecomunicación deséñanse e constrúense de acordo coas expectativas de tráfico, como ocorre coas estradas ou autoestradas de asfalto. Como o fluxo de información que demanda a sociedade actual é tan grande, hoxe fálase das autoestradas da información.

OS ESTUDIOS DE TELECOMUNICACIÓN NA UNIVERSIDADE DE VIGO

Tódolos conceptos salientados na anterior introducción histórica son motivo de estudio dentro da carreira de Enxeñeiro de Telecomunicación. Sen embargo, trataré aquí de engadir algunhas cousas para indicar, en liñas xerais, como se organizan os contidos nos cinco anos de carreira. Pero antes quero insistir na denominación de "Enxeñeiro de Telecomunicación", e non de "telecomunicacións", para esta titulación; acronimicamente: TELECO.

A Escola Técnica Superior de Enxeñeiros de Telecomunicación

(ETSET) de Vigo nace durante o curso 1985-86. E no curso 1994-95 prodúcese a entrada en vigor do novo plan de estudos, baseado nas novas directrices marcadas polo desenvolvemento da Lei de Reforma Universitaria (LRU) no relativo á ordenación das ensinanzas universitarias. A implantación do devandito plan de estudos será de un curso por ano; de maneira que quinto curso implantarase en 1998-99.

A xeración, transmisión, distribución e recepción da información, de maneira efectiva e económica, é o principal obxectivo da Enxeñería de Telecomunicación. Un Enxeñeiro de Telecomunicación debe coñecer como se representa, transmite e recibe calquera clase de información, en forma dixital ou analóxica, sobre calquera tipo de rede de telecomunicación, vía radio, cable ou fibra óptica. Debe coñecer tamén as principais tecnoloxías relacionadas coa telecomunicación, como son a Electrónica e a Tecnoloxía de Computadores. Os enxeñeiros de Telecomunicación son responsables da planificación, análise, deseño, construción, operación, proba, mantemento e xestión de redes e servicios de telecomunicación.

O programa de estudos pretende ser xeneralizador e dar unha ampla formación que faga do Enxeñeiro de Telecomunicación un profesional coa base suficiente para adaptarse á evolución da tecnoloxía. Non hai un ámbito de traballo máis cambiante e que sufra unha evolución máis rápida có das tec-

noloxías das comunicacións; polo que sería pouco efectivo dar unha formación especializada en exceso, sen a base científica e tecnolóxica necesaria para que o enxeñeiro incorporase novos coñecementos ó longo da súa vida profesional.

Os estudos están baseados nas seguintes directrices (algunhas son o fiel reflexo das directrices xerais dos novos plans de estudos universitarios):

- As materias divídense en comúns e optativas. Dentro das comúns están as troncais (definidas para toda España) e as obrigatorias, que cada universidade establece para diferenciar un perfil propio. A carga lectiva dos contidos establécese en créditos, para facilitar a selección de materias optativas, que debe face-lo alumno.

- O alumno define o seu propio currículo a través das materias optativas. Este compoñente optativo do currículo pódese materializar na selección de unha das tres especialidades ofrecidas no segundo ciclo (isto sen menoscabo da formación xeral común), de materias optativas dentro do centro e de materias optativas xerais que o alumno pode elixir, para te-la oportunidade de seleccionar aspectos de humanidades ou ciencias que o enriquecerán, e que a ETSET non pode ofrecer.

- O ensino práctico representa aproximadamente o 40% da carga lectiva total, que supón unhas vinte e cinco horas semanais, entre clases teóricas e prácticas. As prácticas poden consistir en exercicios de simulación, sobre com-

putador, de problemas reais; en deseño e medida de elementos de sistemas de comunicacións (circuitos, equipos, etc.), e en prácticas que poderíamos denominar “de campo”, que inclúen demostracións guiadas de grandes equipos ou medidas de cobertura radioeléctrica.

- Tódalas materias son cuatrimestrais, por isto o curso se divide en dúas etapas ben diferenciadas.

Primeiro ciclo

Xa desde o primeiro curso, á parte dos contidos necesarios sobre Física e Matemáticas, hai materias que tratan sobre os tres campos principais, que despois condicionarán as especialidades: Comunicacións, Electrónica e Telemática. Durante o primeiro ciclo (primeiro, segundo e terceiro curso) desenvolveranse os contidos destes tres campos: Sinais e Sistemas discretos e analóxicos, Teoría da comunicación, Sinais aleatorios, Teoría de circuitos, Transmisión e radiación de ondas electromagnéticas, Dispositivos electrónicos, Electrónica dixital e analóxica, Sistemas programables, Fundamentos de ordenadores, Enxeñería do software, Fundamentos de Telemática, e Arquitectura de ordenadores, entre outros. O currículo complétase con 18 créditos optativos, que equivalen a unhas tres ou catro materias cuatrimestrais.

Segundo ciclo

Consta de dous cursos (cuarto e quinto). Despois de coñecidas as bases da tecnoloxía de comunicacións, e das

ferramentas básicas en canto a Electrónica e Computadores, abórdanse novos coñecementos desde un punto de vista integrador para facilita-la comprensión dos sistemas de telecomunicación. Así, trátanse, entre outros, os sistemas e os elementos de radiocomunicacións, de comunicacións por fibra óptica, o deseño de redes de ordenadores ou o deseño microelectrónico. A partir desta formación xeral, o alumno elixe unha das tres especialidades existentes para adecuar unha parte dos seus estudos ás súas preferencias ou expectativas profesionais. Tamén hai a oportunidade de elixir temas de economía e organización de empresas, de gran importancia para o enxeñeiro.

Especialidade de Comunicacions

Abórdanse temáticas de Procesado de sinal, Sistemas de radiocomunicacións específicos (móviles, por satélite, etc.), Sistemas de radionavegación, Radar e Bioenxeñería (a través do tratamento de sinais biolóxicos).

Especialidade de Electrónica

Electrónica de potencia, Deseño microelectrónico avanzado, Fiabilidade, Instrumentación electrónica, etc.

Especialidade de Telemática

Teletráfico, Conmutación, Bases de datos, Sistemas operativos, protocolos de comunicacións, etc.

Proxecto Fin de Carreira

Como requisito imprescindible para a consecución do título de "Enxeñeiro de Telecomunicación", o alumno realizará un proxecto de Enxeñería coa supervisión dun profesor tutor da Escola.

ACTIVIDADE DO ENXEÑEIRO DE TELECOMUNICACIÓN

A actividade do Enxeñeiro de Telecomunicación foi nos últimos tempos tan cambiante como a propia tecnoloxía. Durante a década dos oitenta prodúcese un auxe nesta profesión, cunha situación de máxima demanda e de desemprego inexistente. A maior parte do emprego ofréce o sector industrial, pero a presenza do Enxeñeiro de Telecomunicación no sector de servicios é cada vez máis patente e importante.

A evolución profesional típica do enxeñeiro de telecomunicación vai desde os postos en equipos de I+D ás áreas de xestión e dirección, pasando por tódalas etapas intermedias.

A recesión económica iniciada coa década dos noventa presenta algúns interrogantes e reflexións acerca da saída desta situación. Espérase que as maiores oportunidades de emprego se dean no sector servicios. As redes e seivicios promovidos polas autoestradas da información están adquirindo un papel político relevante para os gobernos, como impulsoras da xeración de novos empregos e da mellora na calidade de

vida. As empresas que, polo seu menor volume, aínda non accederon ás novas tecnoloxías, ou fixérono de forma insuficiente, producirán tamén demanda destes titulados. A propia existencia de titulados debe influír sobre a demanda, pola súa contribución á difusión do uso e aplicación das novas tecnoloxías das comunicacións.

BIBLIOGRAFÍA

Colexio Oficial de Enxeñeiros de Telecomunicación, Revista **ET**, nº71 (xullo-agosto 1991), nº75 (maio-xullo 1992), e nº82 (xullo-agosto 1993).

Coll, D.C.: "Communications Engineering: A New Discipline for the 21st Century", **IEEE Transactions on Education**, vol.37, nº2, pp.151-157, maio 1994.

Pino, A.G.: "Proyecto Docente", Concurso 31/93 da Universidade de Vigo para a área de Teoría do Sinal e Comunicacións, novembro, 1994.

Revista **Fundesco**, nº152 (maio 1994).