

ve en la figura 13-II. Si aumenta el retraso α entre $U_C \sim$ y U (fig. 13-III), la corriente se iniciará más tarde, durando, como siempre, hasta el final del primer semiperíodo. Si se llega, por último, a tener $U_C \sim$ en oposición de fase respecto a U , siendo U_C mayor que U_K (fig. 13-II), el tubo estará cerrado para la corriente durante el primero y durante el segundo semiperíodo.

Como este proceso se repite luego idénticamente cada período, se comprende que el método de Toulon permite regular de un modo suave y continuo el valor medio o el valor eficaz de la corriente I , desde un máximo (I) hasta cero (IV).

La diferencia de fases entre $U_C \sim$ y U puede producirse de diversas maneras. Las más corrientes son dos: con un regulador de inducción o con una conexión especial, a modo de puente Wheatstone en corriente alterna. El regulador de inducción (fig. 14) se emplea cuando se dispone de corriente alterna trifásica. Variando la posición del rotor del regulador se puede cambiar la fase de $U_C \sim$ respecto a U , en los tres tubos, desde 0° hasta 360° . Cuando sólo se dispone de corriente monofásica puede utilizarse el esquema de la figura 15. Las dos mitades del secundario del transformador S_p-T están conectadas, respectivamente, a una resistencia R y a una reactancia, in-

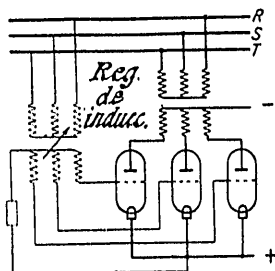


Fig. 14. Variación de la fase de las tensiones U_C con un regulador trifásico de inducción

ductiva, ωL , o capacitiva, $\omega \frac{1}{C}$ y el circuito rejilla-cátodo constituye la diagonal del puente. Variando la resistencia R o la reactancia (ωL o $\omega \frac{1}{C}$), es decir, la relación entre ambas, se hace que el extremo del vector representativo de la tensión U_C describa una

circunferencia, cuyo diámetro es U , pues U_R y U_L (o U_R y U_C) son perpendiculares. Al variar $\frac{R}{\omega L}$ de cero a ∞ varía el defasaje retrasado de U_C desde 180° hasta cero. Si se emplean capacidades en el puente, al variar $\frac{R}{\omega C}$ desde cero hasta ∞ , varía el defasaje adelantado de U_C desde 180° hasta cero ¹.

La corriente en el circuito cátodo-rejilla es, en to-

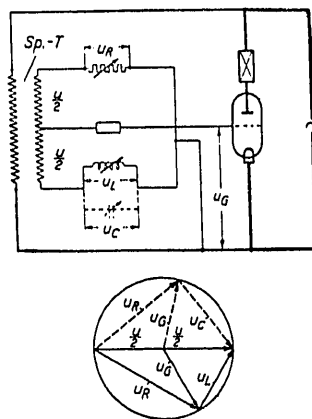


Fig. 15. Conexiones para variar la fase de U_C cuando la corriente es monofásica

dos los casos, muy pequeña. Cuando el tubo está cerrado esta corriente es esencialmente de capacidad. Durante el arco está determinada por la magnitud de $U_C \sim$ y por el valor, muy elevado, de una resistencia óhmica que se intercala en el circuito. Las potencias necesarias en el circuito de regulación resultan así ser pequeñísimas: desde $\frac{1}{1000} W$, en tubos muy pequeños, hasta unos $10 W$ en los mayores convertidores.

Pedro JOSE LUCIA
Ingeniero de Caminos

¹ Las figuras 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 están reproducidas del estudio ya citado del Dr. Laub: "Stromrichtern". La figura 3, del artículo del Dr. Glaser: "Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Glühkathode" (E. T. Z., núm. 26, 1931), y las figuras 2, 5, 6 y 7, de la A. E. G. Zeitung, números 10, 1931, y 5, 1932. Cúmpleme manifestar a dichos señores y a la A. E. G. mi sincero agradecimiento por haber puesto a mi disposición tan interesantes originales.

Notas para un estudio de las crisis económicas

La lectura de varias obras recientes ¹ sobre cuestiones económicas me ha dado ocasión para tomar algunas notas, que me atrevo a dar a la publicidad, con la esperanza de que la actualidad de los proble-

¹ La mayor parte de los datos estadísticos indicados en este artículo proceden de las tres obras siguientes:

Recent economic changes in the United States: Mc. Graw-Hill Book Co. New York, 1928.

L'apogée du capitalisme, por Werner Sombart. Payot, París, 1932. Traducción del tercer tomo de *Das Kapitalismus*.

Le cours et les phases de la dépression économique mondiale: Sociedad de Naciones, Ginebra, 1931. Publicación, A. 22, 1931, II A, dirigida por el profesor Ohlin.

mas económicos compense su desorden y defectos.

Mi propósito, al preparar este trabajo, fué el de recoger los grandes rasgos de las profundas modificaciones que en la vida humana ha introducido el régimen industrial, concediendo especial atención a las crisis económicas, que constituyen una de sus manifestaciones más características.

Orígenes del régimen industrial

Aunque la continuidad de la historia dificulta la separación de unas y otras épocas de la vida huma-

na, siempre es posible seleccionar hechos que, sin ser por sí solos determinantes de un cierto período, encarnan su esencia hasta el punto de poder ser utilizados para marcar un comienzo o un fin. Si, dentro de este orden de ideas, se quisiera señalar un hecho capaz de marcar claramente el arranque de la época industrial en que vivimos, difícilmente se podría encontrar otro mejor que el de la fundación de la Escuela Politécnica de París, en 1794.

La creación de esta Escuela, la más antigua de las de su clase, significa que la sociedad humana, ante los éxitos logrados aisladamente por varios inventores, percibe la importancia y las posibilidades que para su vida pueden tener el dominio y la utilización de las fuerzas y recursos de la Naturaleza, y se decide a organizar socialmente su estudio sistemático y su aplicación inteligente. Como siempre ocurre en la historia, la fundación de la Escuela Politécnica francesa no carece de precedentes, pues, por ejemplo, en Alemania ya existía una Escuela de Minas en 1767, y en España, en Almadén, en 1777, actuaba una Academia, también de Minas. Pero ninguno de estos precedentes reviste el carácter de generalidad de la Politécnica, primer paso en un camino que otros países se apresuraron a seguir. Alemania funda en Brunswick, en 1795, su primera Escuela Técnica superior, y España, en 1799, crea la Escuela de Caminos.

Al repasar la historia de los principales inventos se observa, como confirmación de lo anterior, un desplazamiento ascendente de la posición social del inventor, fenómeno que durante el siglo XVIII puede considerarse como un síntoma del estado de ánimo social que lleva a la creación de las Escuelas Técnicas, y que en el siglo XIX ya se presenta más bien como una consecuencia de la actividad de otras Escuelas y otros Centros análogos.

Así tenemos que en 1712 dos ingleses, Newcomen y Cawley, construyeron una máquina de vapor y la utilizaron para desaguar una mina. Pronto encontraron imitadores en todo el mundo, pero su invento progresó muy lentamente. Newcomen era un simple herrero y Cawley sólo un modesto fontanero. No se conocía el oxígeno; la teoría del flogisto, entonces en boga, no se prestaba a un buen análisis del proceso de la combustión, y, como resultado, el hogar de la caldera tragaba carbón en cantidades asombrosas.

En cambio, ya en 1769, un hombre más culto, James Watt, constructor de instrumentos, que contaba entre sus clientes a la Universidad de Glasgow, obtiene una patente de una máquina de vapor mucho más perfecta, que comienza a funcionar en 1776, constituyendo un enorme avance hacia el maquinismo.

Y más adelante, en el siglo XIX, aparece un nuevo tipo de inventor, caracterizado por su trabajo sistemático. Un buen ejemplo es Faraday, ayudante de laboratorio de la Royal Institution, que con sus experimentos y estudios sobre la inducción electromagnética, realizados entre 1821 y 1831, hace posibles el motor y la dinamo eléctricos.

Por último, antes de entrar en la época contemporánea, en la que el invento se escapa de las manos del individuo para pasar a las de las grandes organizaciones (laboratorios de Bell System, General Electric, I. G.-Farbenindustrie, etc.), aparece el ingeniero inventor, representado por Rudolf Diesel, alumno

de la Escuela Politécnica de Munich, que patenta, en 1892, el motor de combustión interna que todavía lleva su nombre.

Aumento de la productividad

La primera consecuencia del estudio sistemático de las fuerzas y recursos de la Naturaleza y de su aplicación inteligente fué un aumento enorme del rendimiento del trabajo humano en todos los órdenes de la producción. Aunque es difícil encontrar cifras relativas a la primera mitad del siglo XIX, basta con algunas referentes a su segunda mitad y primeros años del siglo XX, para dar idea de la velocidad con que ha aumentado el rendimiento del trabajo.

La producción de fundición por obrero, en los altos hornos alemanes, pasa, de 26 toneladas en 1860, a 400 ton en 1913. En la industria textil de Augsburgo, la producción, también por obrero, pasa, de 1 559 kg en 1865, a 4 375 kg en 1912.

En los Estados Unidos de América del Norte, si se representa por ciento la producción media anual por obrero en el período 1898-1900, las cifras análogas para el período 1924-1926 son:

Agricultura	153
Minería	199
Manufacturas	142,5
Ferrocarriles	156

cifras que se refieren al volumen físico de la producción y no a su valor, y que, por lo tanto, son independientes de las variaciones de los precios.

El aumento de rendimiento no se limita al trabajo humano. Alcanza también al suelo, como lo demuestra el cuadro I, y a la utilidad obtenida de cada producto. Por ejemplo, en los Estados Unidos, de 1919 a 1928 se redujo al 55 por 100 de su peso primitivo la cantidad de carbón consumida por kilovatio-hora de energía eléctrica obtenido en centrales térmicas.

CUADRO I

Producción del suelo en Alemania

	Quintales por Ha	
	1884-1893	1904-1913
Centeno	10,2	17,2
Trigo	13,8	20,6
Cebada	13,1	19,8
Patatas	86,3	135,0
Azúcar	34,8	48,1
Heno	28,3	43,0

El aumento de la productividad continúa en nuestros días. Así, en los Estados Unidos, de 1919 a 1925, la productividad por hombre-hora aumenta en un 139 por 100 para la industria del automóvil, en un 55 por 100 para la siderúrgica y en un 42 por 100 para la molinería. Y no hay que olvidar que aún se desconocen los resultados que en este terreno puede obtener la industria alemana con su racionalización reciente, y las sorpresas que reserva la mecanización de la agricultura, apenas esbozada, y en la que la introducción de algunas máquinas, como la combinada de segar y trillar, ha permitido, en algunos casos, reducir el trabajo necesario para la recolección a la

mitad del preciso con un tractor y una segadora mecánica ordinaria, sistema que ya representa un avance considerable sobre la siega a brazo.

Aumento de la producción

Como consecuencia del aumento de la productividad (producción por unidad de trabajo), también ha aumentado la producción total, o sea, que ha aumentado la cantidad de productos disponibles para el consumo de la Humanidad.

La producción mundial de hierro pasa, de 4 millones de ton en 1850, a 54 millones en 1910 y a 100 millones en 1929. La producción de cobre, de 100 ton en 1840, llega a 540 000 ton en 1911 y a 2 millones de ton en 1930. La producción mundial de cereales pasa, de 1 988 millones de quintales métricos en 1876-1880, a 2 941 millones en 1901-1905. La de trigo pasa, de 764 millones de quintales en 1909-1913, a 828 millones en 1925-1929.

Y surgen nuevos productos, como ocurre con la energía eléctrica, que sólo en los Estados Unidos pasa, de 11 569 millones de kw-h en 1912, a 93 026 millones en 1930.

El aumento de producción en el sector industrial es muy superior al aumento de producción en el sector agrícola.

Consecuencias del aumento de la productividad y de la producción

El formidable aumento de la productividad y de la producción, reseñado a grandes rasgos en los párrafos anteriores, ha modificado profundamente muchos aspectos de la vida humana: primero, en los países directamente afectados por la industrialización, y más tarde, en todo el globo terrestre.

Los estudios demográficos constituyen el mejor exponente del conjunto de los cambios ocurridos.

El cuadro II, que presenta un resumen de la población de Europa occidental y de su distribución en urbana y rural, al principio de cada uno de los siglos XVIII, XIX y XX, es por sí solo muy expresivo.

CUADRO II

Movimientos de población en Europa occidental

Años	Población total	En ciudades de más de 100 000 habitantes	Por 100 de población en grandes ciudades
1700	80 000 000	2 600 000	3,2
1800	120 000 000	3 600 000	3,0
1900	280 000 000	36 000 000	13,0

Durante el siglo XVIII la población de Europa occidental aumenta en un 50 por 100, sin que apenas cambie su distribución entre urbana y rural. En el siglo XIX se registra un aumento mucho más importante, que es del 133 por 100 para el conjunto de la población y del 900 por 100 para la población de las grandes ciudades. Y no hay que olvidar que a principios del siglo XX sólo en los Estados Unidos había más de 75 millones de hombres de origen europeo.

El cuadro III, que indica, para los principales países europeos, la proporción de la población total que habitaba, en 1800 y en 1910, en ciudades de más de 100 000 habitantes, confirma las indicaciones del

cuadro II y permite apreciar la estrecha relación que existe entre la industrialización y la distribución de población.

CUADRO III

Población en ciudades de más de 100 000 habitantes

	Tanto por mil de la población total	
	1800	1910
Inglaterra	70	355
Alemania	10	212
Francia	27	145
Italia... ..	55	117
España	21	82
Rusia... ..	16	60

El cuadro IV, que presenta para varios años el número y población de las ciudades europeas de más de 100 000 habitantes, refuerza las enseñanzas de los dos cuadros anteriores. Los tres cuadros ofrecen materia abundante para la reflexión. Sus cifras reflejan movimientos colosales de la Humanidad, cuya verdadera importancia y trascendencia quedan ocultas por su proximidad histórica.

CUADRO IV

Ciudades europeas de más de 100 000 habitantes

Años	Número	Población
1850	42	12 400 000
1880	95	28 700 000
1913	183	60 800 000

Si de las cifras totales de población se pasa al análisis de sus actividades, se observan también movimientos de gran envergadura. Así, en Alemania, de 1892 a 1907, o sea sólo en quince años, el número de obreros ocupados en la minería y en la industria pasa de 6 a 11 millones. En Francia, de 1851 a 1911, la parte de la población dedicada a la industria pasa del 26,7 al 35,8 por 100 de la población activa total. Y el cuadro V, que resume la distribución de la población obrera en los Estados Unidos a principios y a fines del primer cuarto del siglo XX, acusa variaciones de gran importancia.

CUADRO V

Distribución de la población obrera en Estados Unidos

	Millares de habitantes o de obreros	
	1898-1900	1924-1926
Población total	75 000	115 000
Agricultura	10 700	10 700
Minería... ..	600	1 050
Manufacturas... ..	5 300	9 950
Ferrocarriles... ..	970	1 860

Así, por ejemplo, puede verse que, a pesar de un considerable aumento de población, el número de obreros agrícolas no varía. El aumento de su productividad les permite alimentar un 50 por 100 más de población. Por el contrario, la población obrera no agrícola aumenta más rápidamente que la población total; si a este aumento se une el de la produc-

tividad individual del obrero, a que antes se ha hecho referencia, resulta que la cantidad de productos industriales disponible por habitante aumenta en enormes proporciones, muy superiores a las del movimiento análogo de los productos agrícolas.

Al cuadro V hay que añadir el cuadro VI, con la distribución en los Estados Unidos de la población obrera ocupada por las industrias nuevas creadas durante el primer cuarto del siglo XX.

CUADRO VI

Obreros ocupados en industrias nuevas (Estados Unidos)

	Miles de obreros	
	1920	1927
Transporte automóvil	750	1 900
Teléfono	311	385
Energía eléctrica... ..	116	221

La consecuencia a que permiten llegar estos datos demográficos es la de que la industrialización ha originado un enorme aumento de población y modificado profundamente su distribución, creando enormes aglomeraciones urbanas; pero al mismo tiempo ha aumentado los recursos de la Humanidad más rápidamente que ha crecido la población, aumentando también, por lo tanto, la riqueza media del individuo. Como contrapartida de este beneficio puede presentarse la mayor complejidad de la sociedad industrial, en la que una alteración del funcionamiento normal tiene repercusiones mucho más intensas que el fenómeno análogo en la sociedad más sencilla de tiempos anteriores.

Alimentación

Un problema muy interesante es el de la utilización de la mayor riqueza a disposición de la Humanidad por la industrialización: ¿Qué hace el hombre con esta riqueza? ¿Come más? ¿Viste mejor? ¿Trabaja menos?... Aunque es difícil contestar concretamente a estas preguntas, no lo es tanto indicar orientaciones generales.

Empezando por la alimentación, resulta que las estadísticas disponibles, si bien acusan una mejor alimentación media, más en calidad y en seguridad de abastecimiento que en cantidad, demuestran, sin lugar a dudas, que el hombre no ha dedicado a mejorar su alimentación más que una parte muy pequeña de las posibilidades puestas a su disposición por la industrialización. Así en los Estados Unidos, desde 1900 a 1927, además de no aumentar la población agrícola, permanece casi constante el consumo de carnes y grasas, aumentando, en cambio, el de azúcar, frutas y leche.

No quiere decir esto que el hombre no pueda y no deba mejorar su alimentación actual. Las grandes diferencias existentes entre los consumos unitarios de un mismo producto en diferentes países revelan claramente que muchos millones de hombres podrían beneficiarse de una alimentación mejor y más abundante. Lo que ocurre es que la Humanidad ha creído preferible anteponer otras cosas a una rápida mejora de la alimentación.

Vestido

Respecto al vestido, se pueden hacer consideraciones análogas a las hechas sobre la alimentación. La sustitución de la lana por el algodón, y el rápido crecimiento del consumo de seda artificial, que todavía representa una pequeñísima parte del conjunto de la industria textil, son los cambios más importantes que el hombre ha introducido en sus vestidos, con economía en la cantidad de trabajo necesario para obtener éstos.

Vivienda

En lo que se refiere a las condiciones de habitación, se registra una mejora, pero muy ligera, a pesar de lo mucho que se habla y se hace sobre casas baratas, viviendas higiénicas, etc. En los últimos años, antes de la crisis, la tendencia se acentuaba fuertemente, y es posible que algún día la construcción de mejores viviendas, que sustituyan a las actuales, llegue a absorber una parte importante de la actividad humana, independientemente de la muy importante que ha sido necesaria para hacer frente a los aumentos de población, o a la nueva distribución de ésta, reflejada en la creación de las grandes ciudades.

De esta tendencia dan idea concreta las estadísticas norteamericanas, en las que se acusa el hecho de que, mientras en 1913 se edificaban para vivienda 148 pies cuadrados por habitante, en que aumentaba la población, la cifra análoga en 1927 fué de 286.

Las viviendas con baño pasaron en las ciudades, y en igual periodo de tiempo, del 11 al 20 por 100 del total.

Aunque estas cifras acusan una tendencia clara hacia una vivienda mejor, su influencia sobre las condiciones de la vivienda media del conjunto de la población resulta bastante pequeña.

Horas de trabajo

Las cifras ya citadas sobre aumento de la productividad individual establecen, sin lugar a dudas, que las reducciones de jornada han sido compensadas con creces por los progresos de la técnica, aumentando la producción del obrero por jornada; pero, sin embargo, resulta interesante fijar algunas cifras sobre este punto.

En 1832 se promulgó en Inglaterra una ley estableciendo la jornada de 12 horas, que se redujo a 10 por otra ley en 1848. En los Estados Unidos, en 1909, se trabajaban 57,3 horas por semana en las manufacturas, cifra que en 1927 se había reducido a 49,6.

La jornada de 8 horas, que puede considerarse como mínimo normal en gran parte de la industria europea, representa 48 horas semanales y una reducción del 20 por 100 sobre la jornada fijada en Inglaterra por la ley de 1848.

Las estadísticas no señalan en país alguno una disminución de la parte activa de la población total, salvo en los años de crisis con paro forzoso muy extendido.

Enseñanza y servicios sociales

La riqueza puesta a disposición del hombre por la industrialización le ha permitido dedicar más aten-

ción a la enseñanza. En los Estados Unidos los gastos en enseñanza gratuita pasan, de 700 millones de dólares en 1915, a 2 500 en 1926. En Alemania, en 1882, con 46 millones de habitantes, se dedicaban a la enseñanza en las escuelas públicas, bibliotecas y museos 186 000 personas, cifra que crece rápidamente, para llegar a 318 000 en 1907, con una población de 63 millones.

Algo semejante ocurre con la sanidad. En Alemania, en 1877, había 24,5 camas de hospital por 10 000 habitantes, mientras que en 1910 se había llegado a 62,8. En los Estados Unidos el número total de camas de hospital pasa, de 421 065 en 1909, a 853 318 en 1927.

En algunos países el seguro de vida aumenta considerablemente. En los Estados Unidos pasa, de 189 dólares por habitante en 1911, a 715 dólares en 1927.

Nuevos medios de producción y de transporte

Todos los aspectos de la actividad humana que se han examinado en los párrafos anteriores señalan un cierto aprovechamiento de las posibilidades creadas por la industrialización, pero en un grado reducido, que no llega a absorber todo el formidable aumento de rendimiento del trabajo humano, debido a los progresos de la técnica de la producción. Ha sido en otro campo de acción en el que se han ido vertiendo y acumulando enormes cantidades de trabajo humano, que sin duda alguna representan la mayor parte del que la industrialización ha permitido movilizar.

Este campo de acción es de la obtención de nuevos medios de producción y transporte. Los ferrocarriles, la electrificación, la mecanización, han absorbido durante muchos años el trabajo de millones de hombres.

Empezando por los ferrocarriles, la primera gran manifestación del régimen industrial, se encuentran cifras asombrosas. En 1825 se inaugura el primer ferrocarril, y en 1927 están en explotación líneas con una longitud total superior al millón y cuarto de kilómetros. El cuadro VII presenta un breve resumen de la historia del desarrollo de los ferrocarriles. El cuadro VIII da cifras interesantes sobre el número de obreros empleados en el mundo en la construcción de ferrocarriles desde 1841 hasta 1913.

CUADRO VII
Longitud de ferrocarriles en explotación

Años	Kilómetros
1824	0
1890	617 885
1913	1 104 217
1927	1 250 196

El cuadro VII parece indicar que el desarrollo de los ferrocarriles se aproxima a su límite. Esta tendencia se confirma claramente en los Estados Unidos, país en el que la longitud de líneas en explotación no ha aumentado desde 1920 a 1927.

Como contraste surge el desarrollo del automóvil, con más de 27 millones de vehículos en circulación en 1930, y su derivado el de las carreteras. Sólo en los Estados Unidos la longitud de firmes de hor-

migón pasa, de 7 000 millas en 1918, a 50 000 millas en 1927.

CUADRO VIII

Número de obreros empleados anualmente en la construcción de ferrocarriles

Años	Miles de obreros
1841-1850	600
1851-1860	1 400
1861-1870	2 000
1871-1880	3 000
1881-1890	5 000
1891-1900	3 500
1901-1913	5 000

Al esfuerzo necesario para el establecimiento de estos medios de transporte hay que sumar el invertido en la construcción de los 62 millones de toneladas de barcos de hierro con propulsión mecánica, que flotaban en 1928.

Después de los transportes es necesario considerar la mecanización de la producción, aspecto íntimamente unido al de la electrificación. Ya se han indicado algunas cifras sobre consumo de energía eléctrica, a las que se pueden agregar las de la potencia de los motores instalados en las industrias de los Estados Unidos, que pasan, de 10 millones de caballos en 1899, a 39 millones en 1927, y la de los generadores, de 5 millones de kilovatios en 1912, a 32 millones en 1930. En 1882, en Alemania se ocupaban en la producción de máquinas, aparatos, material de transporte y eléctrico 227 000 obreros, mientras que en 1927 la cifra análoga es de 1 660 000 obreros.

Resumen

Como resultado de la industrialización, las necesidades esenciales de la Humanidad: alimentación, vestido y vivienda, quedan ampliamente cubiertas con el trabajo de una parte, cada vez menor, de la población total. Por lo tanto, aparece, como disponible para otras atenciones, un sobrante de capacidad de trabajo que crece de día en día.

Hasta ahora este excedente de capacidad de trabajo se ha utilizado, con fuertes variaciones en la intensidad de su aprovechamiento, para mejorar levemente la alimentación, el vestido y la vivienda, difundir la enseñanza, trabajar menos horas al día, crear las grandes aglomeraciones urbanas y muy principalmente para establecer nuevos medios de producción y transporte. Tampoco hay que olvidar los armamentos militares.

El problema económico fundamental para el hombre contemporáneo es precisamente el de la continuidad de la utilización de este excedente de capacidad de trabajo, no necesario para atender las necesidades esenciales de la Humanidad, pues la estructura de la sociedad industrial en que vivimos descansa sobre tal continuidad.

En otro artículo, y para insistir sobre este punto de vista, trataré de presentar las crisis económicas como manifestaciones de la irregularidad con que el hombre ha utilizado la capacidad de trabajo humano liberada por la industrialización.

F. BUSTELO
Ingeniero de Caminos