

La economía mundial y la cadena de suministro

The global economy and the supply chain

Dr. Conrado Aguilar Cruz

Director del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

Universidad Tecnológica de la Mixteca

kondratievo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1585-292X>

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7432730>

Resumen

Las cadenas de suministro, las redes de colaboración entre empresas y proveedores se interrumpieron durante la pandemia de COVID-19 en la misma proporción en que las industrias en todo el mundo se esforzaban por mantener el ritmo de la producción y los inventarios. Para entender la situación actual de la economía mundial tenemos que analizar ¿Qué fue lo que condujo al rompimiento de la cadena de suministro de la industria global, el grado de concentración de los proveedores, la importancia del producto para el consumo intermedio en procesos de manufactura y ensamble para otras industrias, el incremento de la demanda de bienes de consumo final y los factores del entorno global que inciden en su configuración?

Palabras claves: Cadena de suministro, Proveedores, Industria semiconductores.

Abstract

Supply chains, collaborative networks between companies and suppliers, were disrupted during the COVID-19 pandemic as industries around the world struggled to keep up with production and inventories. To understand the current situation of the world economy we have to analyze what led to the breakdown of the global industry supply chain, the degree of concentration of suppliers, the importance of the product for intermediate consumption in manufacturing processes and assembly for other industries, the increase in demand for final consumer goods and the factors of the global environment that affect its configuration?

Keywords: Supply chain, Suppliers, Semiconductor industry.

Introducción

¿Cuál es el grado de especialización de los proveedores de materias primas, maquinaria, procesos de fundición, servicios, distribución y comercialización? ¿Qué países/



regiones son proveedoras de silicio?, ¿Quiénes son las principales corporaciones fabricantes de microchips y qué países representan?, ¿Cuáles son las principales industrias que, para realizar sus procesos de ensamble y manufactura dependen de los microchips?

La intrincada cadena de suministro de la industria de semiconductores es una de las más importantes, pero también la más compleja en la economía global. Ciertamente, debido a esta complejidad es también, una de las más afectadas, creando efectos domino generalizados en toda la economía, protagonizada por las industrias automotriz y de alta tecnología de consumo final. Un factor que contribuyó de manera muy importantes a la escasez de semiconductores fue la transición al trabajo remoto y los entornos escolares debido al aumento en la demanda de productos electrónicos y otros equipos de alta tecnología. Es decir, al mismo tiempo que se cerraban plantas automotrices, se disparaba el consumo mundial de electrónicos domésticos.

Aunque la raíz del problema que propició la ruptura de la cadena de suministro de los semiconductores fue anterior al confinamiento global. La escasez de microchips es el mejor ejemplo para ilustrar los efectos que está teniendo en industrias de la seguridad, electrónica, automotriz, videojuegos, por citar algunas.

El objetivo de la presente investigación es analizar qué fue lo que condujo al rompimiento de la cadena de suministro de la industria global, el grado de concentración de los proveedores, la importancia del producto para el consumo intermedio en procesos de manufactura y ensamble para otras industrias, el incremento de la demanda de bienes de consumo final y los factores del entorno global que inciden en su configuración.

Metodología

En el desarrollo de la presente investigación

se empleó un enfoque y paradigma consultivo y descriptivo. Este método es generalmente empleado y aplicado a las ciencias administrativas. En tal sentido, el análisis se orientó bajo el desarrollo de parámetros generales no medibles, de forma cualitativa. En el desarrollo del presente estudio se empleó una revisión sistemática exploratoria sobre la literatura científica (Poth & Ross, 2009; Shepperd, et al. 2009; Machado, 2009), por ejemplo, revistas arbitradas e indexadas, la investigación al ser de un alcance exploratorio y descriptivo con respecto a la cadena de suministro, se plantea a manera de análisis, como investigación social debido a que privilegia la interpretación, comprensión y explicación de las variables de interés.

Resultados

Para Gómez (s.f.), los conductores son los materiales que permiten el paso de la corriente eléctrica, los aislantes impiden el paso de la electricidad y los semiconductores son los que se pueden comportar como conductores o como aislantes. Un semiconductor es todo aquel material que, dependiendo de las circunstancias como: temperatura, presión, radiación y campos magnéticos, puede actuar como conductor, permitiendo el paso de la corriente, o como aislante, impidiendo el paso de la misma. Los semiconductores, por tanto, se diferencian de los conductores en que pueden ejercer ambas funciones al mismo tiempo.

En la actualidad, el semiconductor más utilizado es el silicio, especialmente en la industria electrónica e informática, por ser el que mejor se comporta a altas temperaturas.

Los semiconductores – a menudo denominados “chips” – son los cerebros detrás de dispositivos de alta tecnología como teléfonos móviles, computadoras personales y otros productos electrónicos de consumo, así como centros de datos, redes de comunicación y automóviles.

Los circuitos integrados (CI) son una parte



clave de la electrónica moderna. Son el corazón y el cerebro de la mayoría de los circuitos. Son pequeños “chips” que se pueden encontrar en casi todas las placas de circuitos. Un CI es una colección de componentes electrónicos (resistencias, transistores, capacitores, etc.) todos metidos dentro de un pequeño chip, y están interconectados para lograr un objetivo común (Mecatrónica LA-TAM, 2022).

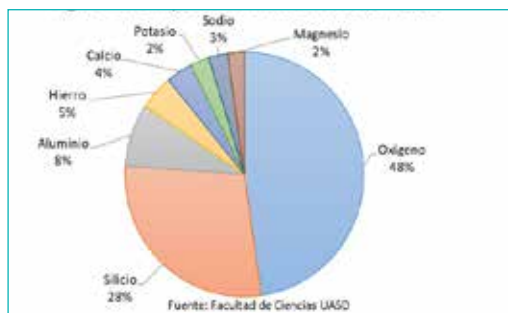
El silicio

Material semiconductor que se extrae y se purifica de arena rica en sílice (óxido de silicio, SiO₂). A partir de la arena se extrae el silicio y se purifica. El silicio puro se introduce en un horno y se le da forma de lingotes cilíndricos. Estos lingotes se cortan en láminas muy delgadas, llamadas obleas.

Sobre las obleas se graban, mediante técnicas muy complejas, decenas o centenares de circuitos miniaturizados. Posteriormente las obleas se cortan para obtener los circuitos individuales (chips), que finalmente se encapsulan.

La Figura 1 muestra el porcentaje de silicio que compone a la corteza terrestre (28%). Sin embargo, el silicio, se extrae y se purifica de arena rica en sílice (óxido de silicio, SiO₂), pero a pesar de encontrarse de forma natural en la arena para su uso en los circuitos integrados y en las células solares se le requiere extraordinariamente puro, pero en

Figura 1
Composición de la corteza terrestre



la naturaleza está mezclado con otros elementos químicos que lo hacen inviable para nuevas aplicaciones.

Los semiconductores en la industria

Los semiconductores son la base de la tecnología moderna. Sin ellos, no funcionarían los miles de millones de dispositivos conectados en el planeta. Los semiconductores son probablemente los productos más complejos que se fabrican en el mundo.

Están compuestos por miles de millones de interruptores microscópicos, llamados «transistores», los cuales les permiten funcionar.

La crisis de circuitos integrados nos afecta de tres maneras:

1. Aumentan los precios al consumidor de los productos electrónicos
2. Ruptura de la cadena de suministros, por lo tanto, de los ingresos de las industrias que dependen de los chips y,
3. La reducción de la disponibilidad de equipos de última generación, es el caso de los dispositivos 5G y otras tecnologías nuevas.

Por ejemplo, a nivel mundial, los fabricantes de automóviles dejaron de fabricar 7,7 millones de automóviles menos en 2021. Un impacto de 210 mil millones de dólares en sus ingresos.

La última estimación, de enero a junio de 2022, los fabricantes de automóviles han dejado de producir 2,230,400 unidades.

Norteamérica y Europa = 1.5 millones de vehículos

Asia, excluyendo a China = 400,000 unidades

Otras = 330, 400 unidades

Las marcas fabricantes de automóviles están dando prioridad a modelos de gama alta y alto margen en lugar de modelos de volumen.



En mayo del 2021, los tiempos de espera promedio para los pedidos de semiconductores fueron de 18 semanas y afectaron a casi 170 industrias. Actualmente, la brecha entre el momento en que se pide un semiconductor y el momento en que se entrega, tiene un máximo histórico de 22 semanas.

Los chips básicos pueden tomar de tres a cuatro meses para producir y hasta seis meses para más unidades avanzadas. Si bien los cierres inducidos por la pandemia obstaculizaron el suministro, la demanda de chips sigue aumentando con la reapertura de las economías.

Las nuevas fábricas de chips tardan años en construirse, además de miles de millones de dólares. Dado que muchos analistas esperan que la escasez dure hasta 2024, será interesante ver cómo responden los fabricantes de chips, especialmente si la demanda continúa aumentando.

La especialización de proveedores

En 2021, China fue el mayor productor de silicio del mundo (6 millones de toneladas métricas) con un volumen diez veces superior al de Rusia, en la segunda posición. Brasil, en tercera posición, con una producción cercana a las 400 mil toneladas métricas. Este elemento químico, perteneciente al grupo de los metaloides, no está incluido en el listado de minerales estratégicos o críticos, sin embargo, es esencial para el mercado de semiconductores.

A nivel región, Estados Unidos de América es dominante en actividades de diseño de alto valor que requieren grandes gastos de I+D. Países de Asia Oriental –Taiwán, Corea del Sur y Japón– lideran en actividades manufactureras que requieren un enorme capital de inversiones de gasto, a menudo facilitadas por subsidios gubernamentales. China es el líder actual en ensamble y actividades de prueba.

En cuanto a las empresas que únicamente

se dedican a fabricar para terceros, montan fábricas, mantienen y mejoran las fundiciones, pero no diseñan nada: TSMC (Taiwán), Global Foundries (EUA)

También hay empresas diseñar sus propios componentes. Compañías que dan forma a los chips sobre el papel y luego los piden a terceros: Qualcomm, Nvidia, AMD, MediaTek, Apple y Google.

Finalmente hay empresas de ciclo completo, es decir, que diseñan y fabrican. Intel solo fabrica sus propios productos, mientras que Samsung recibe también encargos externos: Intel (EUA) y Samsung (Corea del Sur).

Sudeste asiático en perspectiva (antecedentes)

Para entender el impacto económico de la cadena de suministro de los semiconductores, debemos mirar en perspectiva a los países con economías emergentes, los llamados tigres asiáticos, especialmente, Corea del Sur y la paradoja de los chaebol, Taiwan, y su liderazgo indiscutible en la fabricación de microchips, Hong Kong, Singapur.

El caso emblemático de Corea del Sur y el impacto económico de los 30 Chaebol más grandes, que se convirtieron en el pilar de la economía coreana en el milagro económico sudcoreano, actualmente se posiciona en el lugar 13 de las mejores economías del mundo. Su gobierno realizó grandes inversiones en educación (década de los años 60). En 20 años paso de una agricultura de subsistencia a un modelo de economía totalmente industrial, mediante decisiones políticas para proteger industrias estratégicas clave, una fuerte apertura al comercio internacional de otros sectores y una mejora de la educación, como pilares del crecimiento económico de Corea del Sur. Nacionalización del sistema financiero con intervención en la economía a través de planes quinquenales, con apoyo económico en forma de préstamos, subsidios, exención de impuestos y rescate del gobierno en caso de necesitarlo. Todo esto



apuntalado por un agresivo programa de acceso a la educación para todos, orientado a formar profesionistas universitarios formados en: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

- 1962-1966. Impulso al desarrollo energético, textil y cementero.
- 1967-1971. Se enfocaron en fibras sintéticas, petroquímica y productos eléctrico.
- 1972-1976. Siderurgia, transportes electrodómicos y construcción naval.

Una vez logrando la dominancia en estos rubros, abrió su economía al comercio internacional, especialmente a la importación de productos intermedios. Empezaron a producir y exportar autos, videojuegos, productos electrónicos, transformándose de empresas familiares en gigantescas corporaciones globales, con productos de alta tecnología, cadenas de suministro complejas y personal altamente especializado con educación universitaria.

Sin embargo, actualmente, más de dos tercios de los jóvenes tienen un título universitario. Se sabe que un coreano trabaja más duro y más tiempo que nadie en el mundo, adoctrinados durante el auge económico de los chaebol, con total lealtad a la empresa. “No solo es un trabajo, es un compromiso total y absoluto con el éxito de la empresa y, la empresa está por encima de la familia, la vida personal y el tiempo libre”. Les funcionó, los sudcoreanos poseen una cultura de ética de trabajo extrema, trabajan más horas que cualquier empleado en naciones desarrolladas del mundo. La pregunta es ¿Qué sucede con el bienestar humano y el desarrollo social?

Principales productores de chips

De acuerdo con TrendForce (2022), Taiwán, Corea del Sur y China participan del 87 % del mercado mundial de microchips. Con su modelo de producción sin fábrica (Fabless) diseñan y venden el hardware, para luego

subcontratar la producción.

En la Figura 2 se observa como Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) representa un 54 % de cuota de mercado mundial. La sexta compañía más valiosa del mundo con una capitalización de mercado de más de 600 mil millones de dólares, suministra chips a empresas como Apple, Intel y Nvidia.

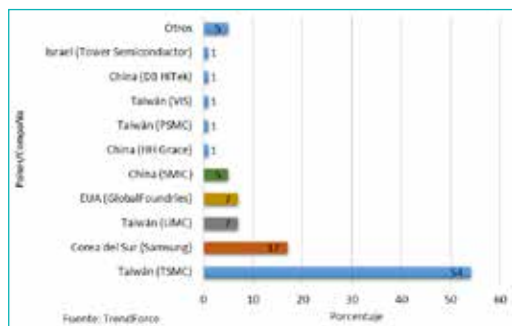
TSMC, empresa de fundición líder en el mercado, se prepara producir chips de 3 nanómetros, ofreciendo la tecnología de fundición más avanzada, va un paso por delante de cualquier otro proveedor.

TSMC y Samsung (Corea del Sur) son las únicas empresas capaces de producir los chips de 5 nanómetros más avanzados de la actualidad para los iPhone.

Samsung (coreana), fundado en 1938, es un conglomerado de empresas multinacionales, posee 80 filiales que abarcan negocios como la electrónica de consumo, tecnología, finanzas, aseguradoras, construcción, biotecnología y sector servicios. Samsung se destaca en la industria de los semiconductores. En 1970 iniciaron sus primeras incursiones, absorbieron Korea semiconductores (Fuentes 2022).

En 1974, desarrollaron sus primeros semiconductores, que lograron consolidar hasta 1983, fabricando su primera PC, iniciaron a

Figura 2
Cuota de mercado mundial de microchips, 2002



trabajar con Steve Jobs (de Apple), fabricando su primer microchip 64K D RAM Semi Conductor que almacenaba 8 mil letras, en 1993 Samsung se convirtió en el líder mundial en la producción de semiconductores que antes lideraban EUA y Japón (Fuentes 2022).

Conclusiones

Las ventas mundiales de semiconductores superaron los 590.000 millones de dólares estadounidenses en 2021. Las interrupciones de la cadena de suministro están acelerando los llamados a diversificar el abastecimiento y aumentar la capacidad de países como Estados Unidos dentro de la cadena de suministro de semiconductores. Se espera una recuperación en la producción hasta llegar a niveles normales a principios de 2024. Se estima que la industria de semiconductores continuará su expansión en los próximos años. Por ejemplo, en 2020, el tamaño de mercado de semiconductores para teléfonos inteligentes fue valorado en 116 mil millones de dólares, se prevé que podría ascender hasta los 210 mil millones de dólares para el año 2030. Oportunidades del mercado de semiconductores: los *smartphones* y otros dispositivos de electrónica de consumo representan importantes vías de negocio para la industria de los semiconductores, pero no son los únicos.

En los próximos años, los servidores y los centros de datos se convertirán en una oportunidad aún más importante, debido al protagonismo de los semiconductores al apoyar los centros de datos en la nube y el *edge computing*. Se espera incremento en la preponderancia de los semiconductores en el ámbito de la inteligencia artificial. Como sucedió esta ruptura de la cadena de suministro de microchips: a) Una crisis de aprovisionamiento es más fácil que suceda cuando existe un grado de concentración en pocos proveedores, como es el caso de la industria de microchips; b) Cuando el sumi-

nistro es clave en los procesos de ensamble y manufactura de industrias en crecimiento; c) El problema se agudiza cuando aumenta la demanda por este tipo de material; d) Cuando existe un conflicto armado entre naciones clave; e) Cuando atravesamos por una pandemia y, f) Cuando el incremento de precios crea un proceso inflacionario mundial.

Bibliografía

- Cluster Industrial. (2022, 8 de agosto). Semiconductores: la crisis que cambió cómo tratan las OEM con sus proveedores [Artículo especial]. *cluster industrial*. <https://acortar.link/NC2Xks>
- Domínguez, F. (2022, 14 de septiembre). La crisis de los semiconductores, el reflejo de una globalización que se resquebraja. *Computerworld*. <https://acortar.link/oEJpPn>
- Fernández, R. (2022). La industria mundial de semiconductores - Datos estadísticos. *statista*. <https://acortar.link/mQoQ7f>
- Fuentes, V. (2022, 15 de febrero). Taiwán se impone como rey indiscutible en la fabricación de microchips, mientras Asia acapara el 87% del mercado mundial. *Motorpasión*. <https://acortar.link/oJwL6Y>
- Gómez, J. (s.f.). ¿Qué son los semiconductores y para qué se utilizan? *Diariomonitor*. <https://acortar.link/NfhkS7>
- Machado, R., Tamames, S., López, M., Mohedano, L., D'Agostino, M., & Veiga, J. (2009, julio/septiembre). Revisiones sistemáticas exploratorias. *Medicina y seguridad del trabajo*, 55(216), 12-19. <https://bit.ly/3BB3Zw3>
- Mecatrónica LATAM. (2021, 2 de mayo). Semiconductores. *MecatrónicaLATAM*. <https://acortar.link/LbFob8>
- Poth, C., & Ross, S. (2009, May). Meta-analysis, systematic review, or scoping review? Comparing methodologies in educa-



tional research. Annual meeting of the Canadian Society for the Study of Education, Ottawa, May 28-30, 2009.

Shepperd, S., Lewin, S., Straus, S., Clarke, M., Eccles, M., Fitzpatrick R., Wong, G., & Sheikh, A. (2009, August 11). Can We Systematically Review Studies That Evaluate Complex Interventions? *PLoS Medicine*, 6(8), e1000086. <https://bit.ly/3Vi-U9Wk>

Statista. (s.f.). Semiconductor market size worldwide from 1987 to 2022 (in billion U.S. dollars). *Statista*. <https://bit.ly/2L-4Jfzv>

Referencia

Aguilar, C. (2022, 30 de noviembre). La economía mundial y la cadena de suministro [Conferencia Magistral]. En L. Navarrete-Zavala (Ed.), *PROCEEDINGS. Primer Congreso Internacional Multidisciplinario "Ciencia, Tecnología e Innovación: Una mirada multidisciplinaria a los desafíos globales de la Agenda 2030"* (En línea), (pp. 190-196). Manglar Editores. <http://doi.org/10.5281/zenodo.7432730>

Reference

Aguilar, C. (2022, November 30). The global economy and the supply chain [Master Conference]. In L. Navarrete-Zavala (Ed.), *PROCEEDINGS Primer Congreso Internacional Multidisciplinario "Ciencia, Tecnología e Innovación: Una mirada multidisciplinaria a los desafíos globales de la Agenda 2030"* (Online), (pp. 190-196). Manglar Editores. <http://doi.org/10.5281/zenodo.7432730>

Citación en el texto / In-Text Citation

Aguilar (2022)
(Aguilar, 2022)

