

IV. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

En la empresa *Infineon Technologies A.G.*, yo estaba a cargo de la construcción de los convertidores *buck* síncronos como tarjetas de prueba, garantizando su correcto funcionamiento. Utilizando estas tarjetas de prueba era mi deber medir la eficiencia de diferentes configuraciones de MOSFETs en SBCs. Esta información era utilizada para apoyar actividades de diseño para clientes así como para evaluar posibles desventajas y ventajas en la aplicación.

La figura 4.1 muestra un diagrama de bloques donde se muestran las principales actividades necesarias para lograr la comercialización de MOSFETs.

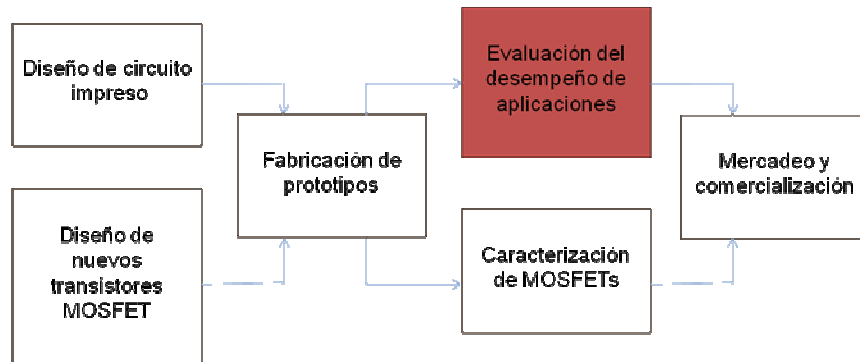


Figura 4.1. Diagrama a bloques de cadena para la comercialización de MOSFETs.

En un área específica de la compañía, que puede estar en otro país, se diseñan las nuevas tecnologías de los MOSFETs de potencia. En Villach, Austria, el lugar donde transcurrió mi experiencia profesional, se fabrican los prototipos y también se lleva a cabo la producción en serie. Los diferentes tipos de transistores MOSFET de potencia con los que yo trabajé (SuperSO8, DPAK y CanPAK), se ilustran en la figura 4.2.



Figura 4.2. Diferentes tecnologías de transistores MOSFET.

A la par del diseño de transistores, también se diseñan nuevos circuitos impresos para las aplicaciones donde se encuentran nichos de oportunidad para la venta de los transistores. En mi caso, tarjetas de prueba para SBCs. Los principales circuitos impresos (ambas caras), utilizados por mí, se ilustran en las figuras siguientes.

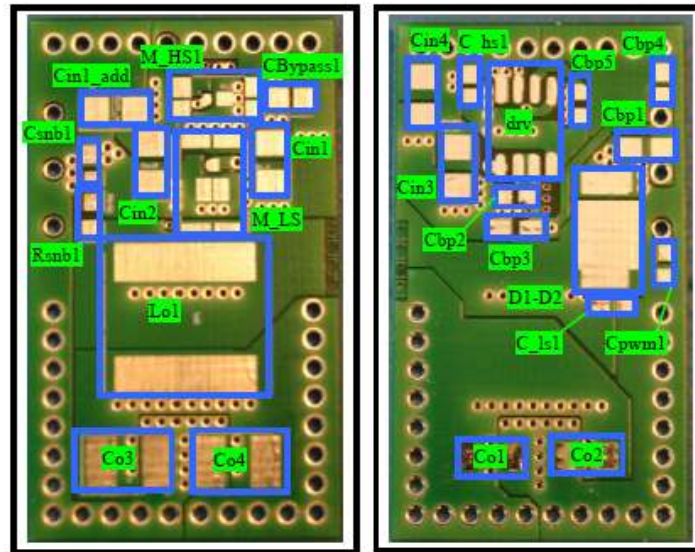


Figura 4.3. Circuito impreso 1 de SBC para tecnología CanPAK.

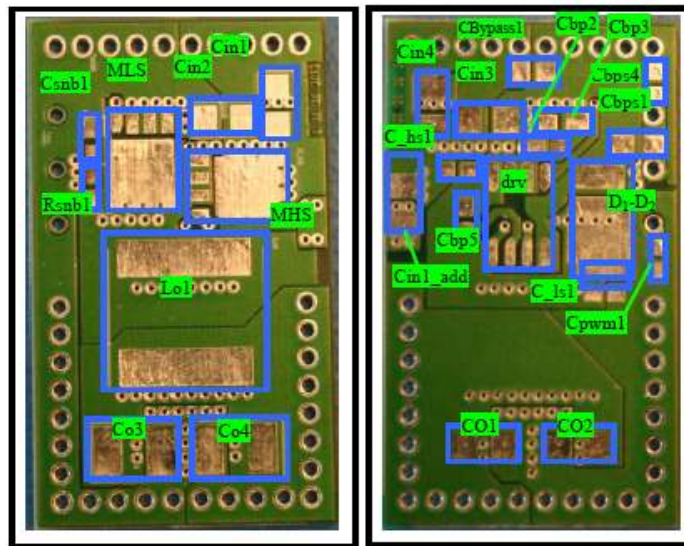


Figura 4.4. Circuito impreso 1 de SBC para tecnología SuperSO8.

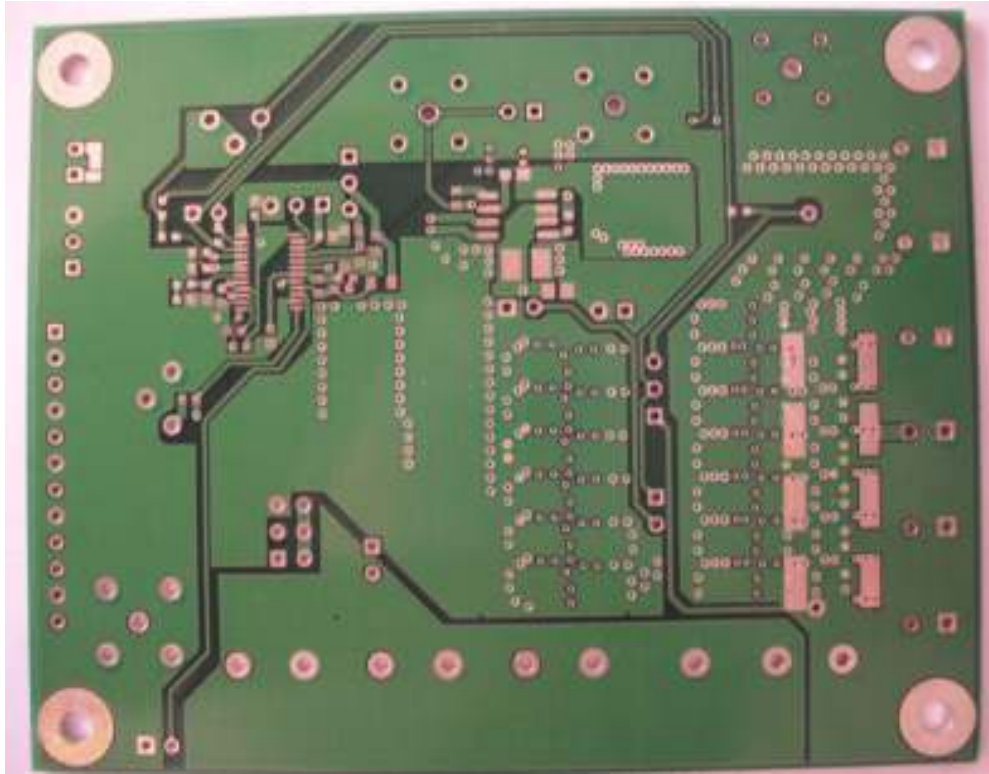


Figura 4.5. Circuito impreso 2 de SBC para tecnología CanPAK (inferior).

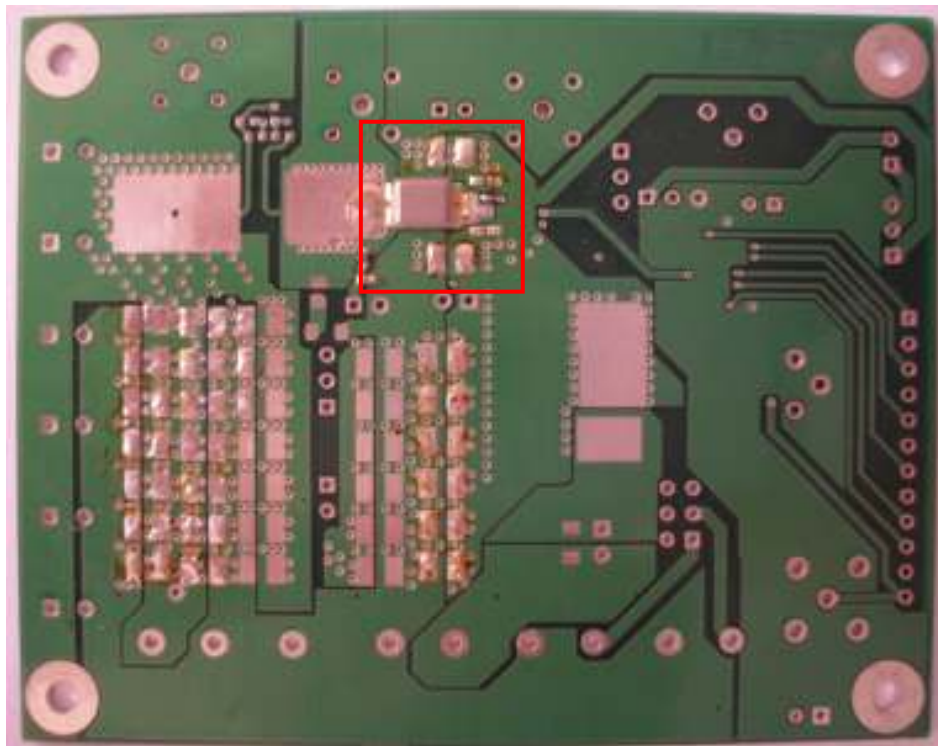


Figura 4.6. Circuito impreso 2 de SBC para tecnología CanPAK (superior).

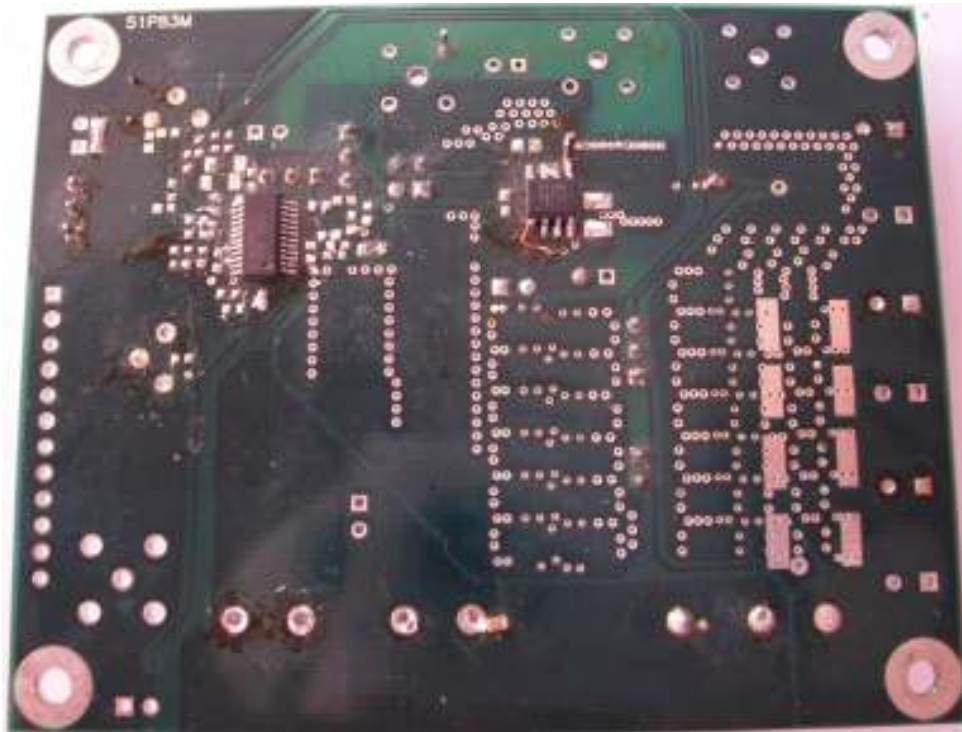


Figura 4.7. Circuito impreso 2 de SBC para tecnología SuperSO8 (inferior).

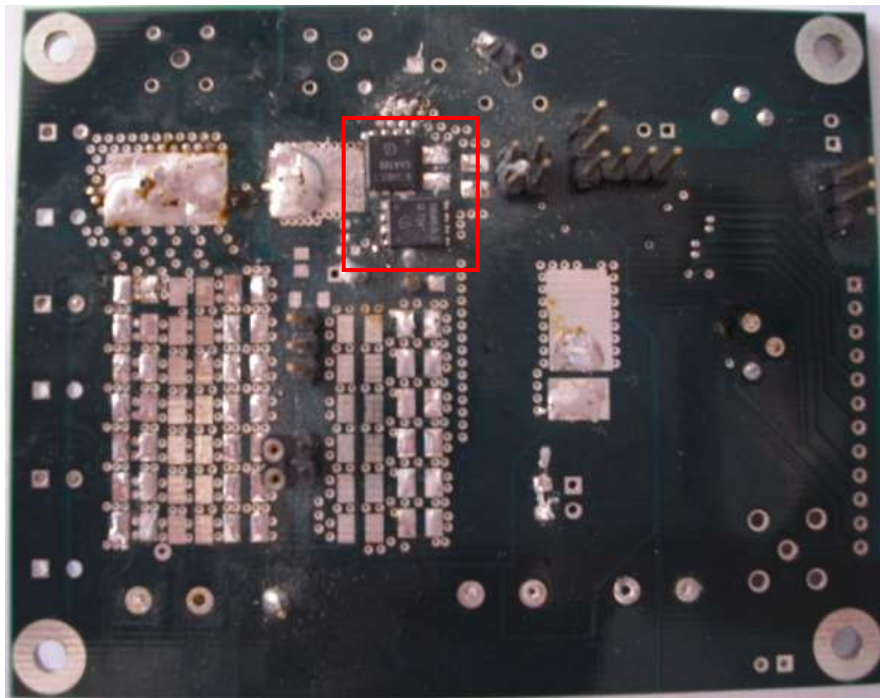


Figura 4.8. Circuito impreso 2 de SBC para tecnología SuperSO8 (superior).

En la figura 4.9 se muestra un convertidor *buck* síncrono ya implementado, listo para funcionar y poder evaluar su desempeño.

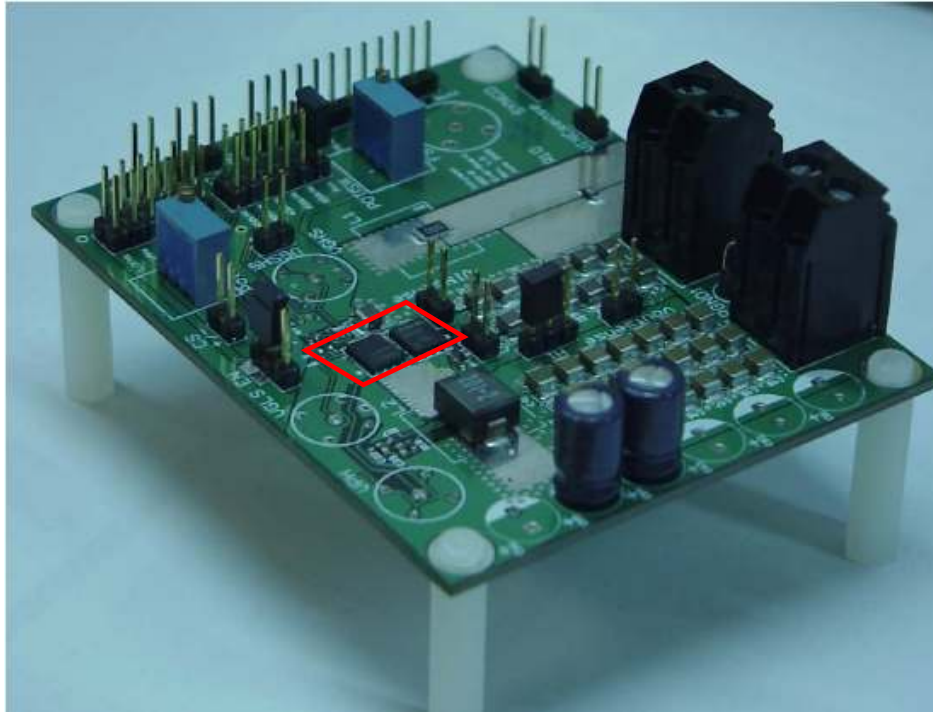


Figura 4.9. Convertidor *buck* síncrono.

Para medir la eficiencia del SBC, se deben medir la potencia a la entrada y la potencia a la salida. Para la primera se mide el voltaje de entrada (V_{IN}), el voltaje aplicado al driver (V_{DRIVER}), si no se utiliza la misma fuente que para el voltaje de entrada, así como las corrientes relacionadas a ellos (I_{IN} e I_{DRIVER} , respectivamente). Para la segunda se mide el voltaje de salida (V_{OUT}) y la corriente a la salida (I_{OUT}). El esquema para obtener los datos anteriores se muestra en la figura 4.10. La medición de las corrientes de entrada y de *driver* se hace indirectamente por medio de resistencias de censado (R_{cen1} y R_{cen2}) y la caída de voltaje entre las terminales de la resistencia de censado (V_{cen1} y V_{cen2}). La corriente a la salida se varía haciendo uso de la carga activa, así que es un parámetro que se conoce de antemano.

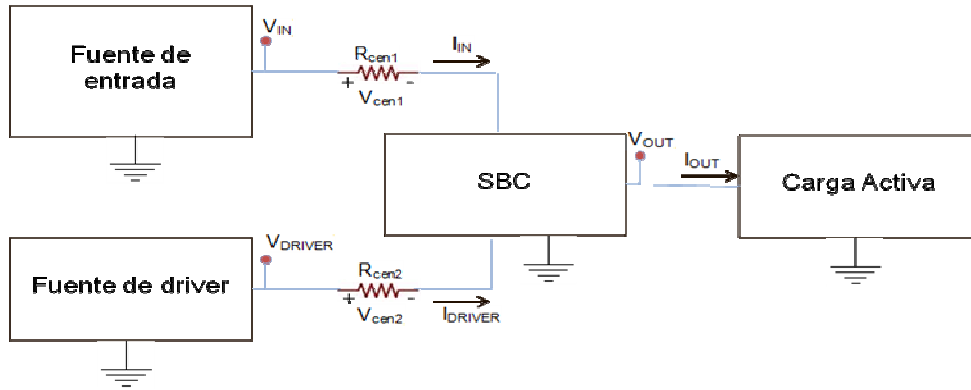


Figura 4.10. Esquema para medición de eficiencia.

Los datos obtenidos experimentalmente son mostrados en la tabla 4.1. Se acomodan de la forma ilustrada para tener la posibilidad de crear tablas y gráficos dinámicos. Los valores de corriente de entrada y corriente de driver mostrados, son en realidad el voltaje entre los resistores de censado. El cálculo de las corrientes se hace en el cálculo de la eficiencia, mediante la división de los voltajes de censado y sus respectivas resistencias. El cálculo de la eficiencia se hace utilizando la ecuación 4.1.

Pair	Iout	Vin	Iin	Vdr	Ildr	Vout	Eff	Vdr	Fsw
BSF050_BSB017L	0.03	12.011911	0.000425	5.020946	0.002616	1.207888	5.65E-02	5	500
BSF050_BSB017L	1.36743	12.00695	0.001794	5.021953	0.002618	1.207136	7.22E-01	5	500
BSF050_BSB017L	2.71801	12.003361	0.003179	5.021751	0.002626	1.206374	8.31E-01	5	500
BSF050_BSB017L	4.06975	11.999725	0.004659	5.022937	0.002635	1.205579	8.57E-01	5	500
BSF050_BSB017L	5.4193	11.997576	0.006134	5.024017	0.002645	1.204785	8.71E-01	5	500
BSF050_BSB017L	6.76786	11.994748	0.007669	5.025521	0.002667	1.204076	8.73E-01	5	500
BSF050_BSB017L	8.12087	11.988448	0.009168	5.026728	0.002677	1.203334	8.78E-01	5	500
BSF050_BSB017L	9.47051	11.970446	0.01069	5.02748	0.002683	1.202604	8.81E-01	5	500
BSF050_BSB017L	10.8209	11.973803	0.012216	5.027861	0.002689	1.201841	8.81E-01	5	500
BSF050_BSB017L	12.1705	11.966157	0.013767	5.028497	0.002696	1.201068	8.80E-01	5	500
BSF050_BSB017L	13.5214	11.966358	0.01534	5.029312	0.0027	1.200317	8.78E-01	5	500
BSF050_BSB017L	14.8706	11.957749	0.016945	5.03017	0.002703	1.199533	8.74E-01	5	500
BSF050_BSB017L	16.2212	11.957251	0.018564	5.031832	0.002709	1.198728	8.71E-01	5	500
BSF050_BSB017L	17.5704	11.957209	0.020207	5.031779	0.002712	1.197923	8.66E-01	5	500
BSF050_BSB017L	18.9217	11.95238	0.02189	5.033082	0.002716	1.197087	8.61E-01	5	500
BSF050_BSB017L	20.2719	11.944608	0.02361	5.033961	0.002719	1.196261	8.56E-01	5	500
BSF050_BSB017L	21.622	11.940647	0.025352	5.035253	0.002722	1.195445	8.50E-01	5	500
BSF050_BSB017L	22.9715	11.932345	0.027145	5.035687	0.002724	1.19463	8.44E-01	5	500
BSF050_BSB017L	24.324	11.932154	0.02896	5.036555	0.002728	1.193804	8.37E-01	5	500
BSF050_BSB017L	25.6723	11.9204	0.030846	5.038197	0.002731	1.192957	8.30E-01	5	500
BSF050_BSB017L	0.03	12.012544	0.000401	6.807631	0.003745	1.207898	4.92E-02	6.8	500
BSF050_BSB017L	1.36743	12.007267	0.001767	6.807928	0.003738	1.207157	6.95E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	2.71801	12.003361	0.00316	6.809558	0.003734	1.206427	8.10E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	4.06975	11.999387	0.004698	6.809707	0.003743	1.205558	8.33E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	5.4193	11.997428	0.006157	6.807451	0.003743	1.204796	8.54E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	6.76786	11.994505	0.007612	6.808605	0.003748	1.203938	8.68E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	8.12087	11.989168	0.009088	6.809474	0.003753	1.203165	8.76E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	9.47051	11.971028	0.010586	6.810395	0.003758	1.202403	8.81E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	10.8209	11.97304	0.01208	6.810903	0.003762	1.20164	8.83E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	12.1705	11.96908	0.013595	6.812121	0.003767	1.200867	8.84E-01	6.8	500
BSF050_BSB017L	13.5214	11.964802	0.015124	6.812989	0.003773	1.200094	8.84E-01	6.8	500

Tabla 4.1. Forma de ordenar datos obtenidos experimentalmente.

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{(V_{OUT})(I_{OUT})}{(V_{IN})(I_{IN} / 0.01) + (V_{DRIVER})(I_{DRIVER} / 0.1)} \dots\dots\dots \text{ec. 4.1}$$

Gracias a las funciones del programa *Microsoft Excel* se obtienen las tablas dinámicas como la mostrada a continuación en la figura 4.11. Tablas de gran utilidad cuando se quieren comparar grupos de datos, en este caso, datos asociados a diferentes configuraciones de MOSFETs implementados en SBC, ya que se pueden escoger los parámetros a visualizar, como diferentes frecuencias de conmutación y diferentes voltajes de *driver*, así como la combinación de MOSFETs deseada.

3	Sum of Eff	Fsw	Vdr_selection	Pair			
4		300				300 Total	Grand Total
5		12				12 Total	
6	lout	BSB050	BSB012L	BSF050	BSB017L	BSF050	BSB024
7	0.03	0.021921199	0.025463844	0.028043841	0.075428884	0.075428884	0.075428884
8	1.36743	0.501873392	0.540538792	0.563738081	1.606150265	1.606150265	1.606150265
9	2.71801	0.663787182	0.697692456	0.715391453	2.076871091	2.076871091	2.076871091
10	4.06975	0.742993698	0.771098179	0.784082608	2.298174484	2.298174484	2.298174484
11	5.4193	0.788590518	0.811903572	0.821421473	2.421915563	2.421915563	2.421915563
12	6.76786	0.817155218	0.837210483	0.843911223	2.498276923	2.498276923	2.498276923
13	8.12087	0.835131315	0.853264763	0.858056826	2.546452904	2.546452904	2.546452904
14	9.47051	0.842053883	0.85760138	0.859151762	2.558807025	2.558807025	2.558807025
15	10.8209	0.844335851	0.861245115	0.862245195	2.567826162	2.567826162	2.567826162
16	12.1705	0.850272053	0.864419958	0.865094385	2.579786395	2.579786395	2.579786395
17	13.5214	0.854815754	0.866938906	0.865739977	2.587494637	2.587494637	2.587494637
18	14.8706	0.857548634	0.868038079	0.865265675	2.590852388	2.590852388	2.590852388
19	16.2212	0.859434088	0.868262779	0.863881947	2.591578814	2.591578814	2.591578814
20	17.5704	0.860731476	0.867634534	0.861871924	2.590237934	2.590237934	2.590237934
21	18.9217	0.860925935	0.866233676	0.859004715	2.586164325	2.586164325	2.586164325
22	20.2719	0.860149163	0.864298658	0.855792487	2.580240308	2.580240308	2.580240308
23	21.622	0.859169422	0.861871413	0.851984961	2.573025796	2.573025796	2.573025796
24	22.9715	0.857252027	0.858930329	0.847590396	2.563772752	2.563772752	2.563772752
25	24.324	0.855228167	0.855790436	0.842799568	2.55381817	2.55381817	2.55381817
26	25.6723	0.852554738	0.852067024	0.837592027	2.542213789	2.542213789	2.542213789
27	Grand Total	15.48592371	15.75050437	15.75266052	46.98908861	46.98908861	46.98908861

Figura 4.11. Ejemplo de tabla dinámica.

A la vez que *Excel* genera las tablas dinámicas, también genera gráficos dinámicos como el siguiente. Estos son de gran ayuda, incluso más que las tablas dinámicas ya que se tiene una mejor visualización para comparar los datos obtenidos para diferentes combinaciones de MOSFETs implementados en un convertidor *buck* síncrono. Véase figura 4.12.

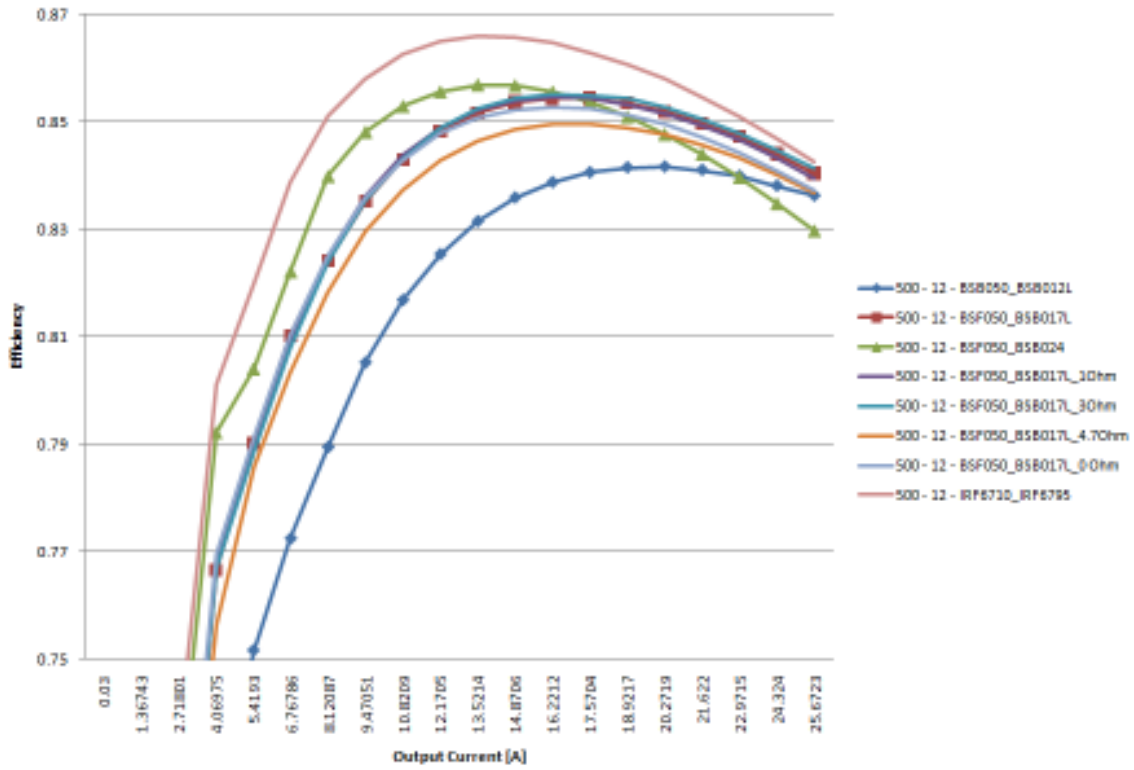


Figura 4.12. Ejemplo de gráfica dinámica.

En el siguiente capítulo se mostrará cómo afectan los parámetros tecnológicos la forma de las curvas de eficiencia.