

## ANEXO C

### C.1. Definición Tiempo de Muestro

Estudios previos han señalado la importancia de obtener datos fundamentales de una señal de corriente y voltaje, entre 10 y 12 ciclos de esta [20], recomiendan tomar 200 *ms* de la señal en tiempo transitorio [21], lo cuál, permite en la lectura tener mayor cantidad de datos para ser utilizados en cualquier análisis. Ahora bien, en esta investigación se decidió tomar las muestras en diferentes intervalos de tiempo para verificar lo encontrado en la literatura y tomar la mejor decisión para el método propuesto, además, teniendo en cuenta que la frecuencia es 60 *Hz* se tiene que:

$$T_{ao} = \frac{1}{60} = 0,016 \quad (1)$$

La ecuación (1) define el tiempo para un ciclo de señal entonces,

$$T_{ao} * 12 \text{ciclos} = 0,2 \quad (2)$$

Lo que indica que para 12 ciclos de señal se requieren 0,2 *s*, es decir 200 *ms* para definir los intervalos de tiempo de muestro, así, se tomaron las 10 muestras en 6 ciclos de señal (100 *ms*), 12 ciclos (200 *ms*) y 18 ciclos (300 *ms*) para cada una de las cargas, la tablas 1, 2 y 3 presentan los datos extraídos de la señal de corriente y voltaje de un motor jaula de ardilla, así mismo se realizo para los circuitos RLC, RC, RL, Transformador, Transformador Elevador y Transformador reductor.

Enseguida, se realizó el análisis de la varianza que fue calculada en EXCEL, de los parámetros encontrados por MATLAB aplicando el procedimiento expuesto en el Anexo B, lo cuál mostró que en los parámetros seleccionados para determinar el perfil de carga en los intervalos de tiempo de 100 *ms* y 300 *ms* presentan mayor dispersión y variabilidad lo que no hace seguro realizar muestras en dichos tiempos, las tablas 4, 5, 6, 7, presentan la varianza de cada uno de los datos tomados, en total son 196 datos tomados de los parámetros seleccionados en las dos conexiones, de los cuales 77 presentan menor dispersión en 200 *ms*, 67 en 100 *ms* y 52 en 300 *ms*, lo que se evidenció para los datos más notables es que sufren mayor sensibilidad al variar datos de entrada, aunque algunos cambios y variabilidad de los mismos sea muy poca en dichos intervalos, así, que para el método propuesto todas las mediciones se realizaron bajo estas condiciones, con un tiempo de muestreo de 20  $\mu$ *s* con intervalos de tiempo de 200 *ms* en conexiones delta y estrella.

Cuadro 1: Datos obtenidos en un intervalo de tiempo de 100 ms. Fuente: Propia.

100 ms - MOTOR										
FP	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
THD_I	0.0403	0.0382	0.0402	0.0395	0.0385	0.0387	0.0372	0.0395	0.0405	0.0389
RMS_I	1.1561	1.1631	1.1503	1.1540	1.1433	1.1406	1.1541	1.1612	1.1620	1.1628
FC_I	1.3985	1.3979	1.4043	1.3972	1.4077	1.3965	1.4023	1.4014	1.4070	1.3982
ARM_3_I	0.0066	0.0058	0.0039	0.0053	0.0041	0.0038	0.0053	0.0058	0.0058	0.0062
ARM_5_I	0.0146	0.0140	0.0128	0.0143	0.0146	0.0146	0.0144	0.0141	0.0145	0.0148
ARM_7_I	0.0007	0.0008	0.0012	0.0010	0.0010	0.0012	0.0011	0.0007	0.0009	0.0004
THD_V	0.0422	0.0410	0.0419	0.0415	0.0410	0.0428	0.0409	0.0408	0.0419	0.0423
FC_V	1.4495	1.4392	1.4506	1.4500	1.4479	1.4506	1.4482	1.4450	1.4471	1.4433
ARM_3_V	0.3856	0.3841	0.4089	0.3883	0.4185	0.4265	0.3990	0.3328	0.3048	0.3605
ARM_5_V	1.9242	1.8327	1.8011	1.9855	1.9621	2.0127	1.9179	1.8885	1.9629	1.9274
ARM_7_V	0.9612	0.7126	0.9230	0.9894	0.8204	0.9093	0.9207	0.9037	0.9043	0.7704

Cuadro 2: Datos obtenidos en un intervalo de tiempo de 200 ms. Fuente: Propia.

200 ms - MOTOR										
FP	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
THD_I	0.0130	0.0122	0.0135	0.0141	0.0126	0.0116	0.0144	0.0143	0.0116	0.0133
RMS_I	1.1568	1.1573	1.1522	1.1562	1.1522	1.1503	1.1510	1.1621	1.1459	1.1584
FC_I	1.4016	1.4062	1.4098	1.4050	1.4047	1.3977	1.4008	1.3978	1.4045	1.4023
ARM_3_I	0.0050	0.0051	0.0057	0.0071	0.0053	0.0041	0.0064	0.0071	0.0039	0.0044
ARM_5_I	0.0140	0.0127	0.0142	0.0143	0.0130	0.0122	0.0150	0.0147	0.0123	0.0145
ARM_7_I	0.0010	0.0021	0.0012	0.0013	0.0022	0.0028	0.0007	0.0005	0.0015	0.0008
THD_V	0.0196	0.0190	0.0193	0.0198	0.0194	0.0207	0.0200	0.0204	0.0195	0.0209
FC_V	1.4508	1.4499	1.4466	1.4504	1.4498	1.4504	1.4490	1.4438	1.4379	1.4488
ARM_3_V	0.3730	0.3885	0.4051	0.3603	0.3333	0.7552	0.2954	0.4231	0.7111	0.6582
ARM_5_V	1.880	1.6902	1.8221	1.8490	1.7505	1.7630	2.0198	1.9935	1.7432	2.0320
ARM_7_V	0.9206	1.095	0.8476	0.9663	1.0972	1.1634	0.7661	0.8764	0.9208	0.8106

Cuadro 3: Datos obtenidos en un intervalo de tiempo de 300 ms. Fuente: Propia.

300 ms - MOTOR										
FP	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
THD_I	0.0142	0.0136	0.0145	0.0133	0.0136	0.0120	0.0130	0.0113	0.0142	0.0098
RMS_I	1.1592	1.1480	1.1565	1.1509	1.1597	1.1582	1.1513	1.1625	1.1549	1.1570
FC_I	1.4064	1.4019	1.3993	1.4062	1.3968	1.4051	1.4044	1.4076	1.4040	1.4131
ARM_3_I	0.0058	0.0048	0.0063	0.0048	0.0057	0.0051	0.0051	0.0054	0.0075	0.0033
ARM_5_I	0.0151	0.0146	0.0153	0.0143	0.0144	0.0127	0.0137	0.0115	0.0142	0.0103
ARM_7_I	0.0011	0.0013	0.0009	0.0015	0.0013	0.0011	0.0014	0.0011	0.0016	0.0012
THD_V	0.0213	0.0198	0.0206	0.0207	0.0208	0.0195	0.0202	0.0179	0.0200	0.0180
FC_V	1.4506	1.4500	1.4526	1.4520	1.4484	1.4491	1.4521	1.4359	1.4497	1.4341
ARM_3_V	0.3719	0.3231	0.3671	0.3878	0.3275	0.5470	0.6080	0.4467	0.3879	0.5920
ARM_5_V	2.0683	1.9426	2.0349	1.9665	1.9918	1.8424	1.8789	1.5957	1.8748	1.5350
ARM_7_V	0.9960	0.8874	0.8673	1.0275	0.9968	0.9039	0.9175	0.8988	0.9969	0.8737

Cuadro 4: **Varianza Motor y circuito RLC. Fuente: Propia.**

<b>TIEMPOS DE MUESTREO MOTOR</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Menor Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	-
<b>THD_I</b>	1.01126E-06	9.75875E-07	2.01806E-06	9.75875E-07	200 ms
<b>RMS_I</b>	5.8504E-05	2.02305E-05	1.85921E-05	1.85921E-05	300 ms
<b>FC_I</b>	1.51521E-05	1.27962E-05	1.83639E-05	1.27962E-05	200 ms
<b>ARM_3_I</b>	9.03387E-07	1.204E-06	1.07321E-06	9.03387E-07	100 ms
<b>ARM_5_I</b>	3.1053E-07	9.68163E-07	2.38084E-06	3.1053E-07	100 ms
<b>ARM_7_I</b>	6.7994E-08	4.80812E-07	4.0319E-08	4.0319E-08	300 ms
<b>THD_V</b>	4.26627E-07	3.6837E-07	1.16434E-06	3.6837E-07	200 ms
<b>FC_V</b>	1.22822E-05	1.49149E-05	4.0596E-05	1.22822E-05	100 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.001320567	0.025858335	0.01043795	0.001320567	100 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.003930674	0.013844639	0.028415154	0.003930674	100 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.00676177	0.015934763	0.003309253	0.003309253	300 ms
<b>TIEMPOS DE MUESTREO RLC</b>					
<b>TIEMPOS</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	-
<b>THD_I</b>	1.02929E-07	1.0233E-08	4.15919E-08	1.0233E-08	200 ms
<b>RMS_I</b>	2.44368E-07	2.16781E-08	8.07866E-08	2.16781E-08	200 ms
<b>FC_I</b>	1.7127E-06	2.27718E-07	2.39331E-06	2.27718E-07	200 ms
<b>ARM_3_I</b>	1.04554E-09	2.15495E-09	1.17254E-09	1.04554E-09	100 ms
<b>ARM_5_I</b>	1.82262E-09	3.21935E-10	1.69303E-09	3.21935E-10	200 ms
<b>ARM_7_I</b>	6.08727E-10	2.05664E-10	6.50219E-10	2.05664E-10	200 ms
<b>THD_V</b>	3.85395E-07	1.16353E-07	1.96097E-07	1.16353E-07	200 ms
<b>FC_V</b>	1.12417E-05	2.1785E-06	7.09377E-06	2.1785E-06	200 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.004257035	0.007393447	0.004154941	0.00415494	300 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.015577339	0.004119154	0.011183635	0.004119154	200 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.005178938	0.00229739	0.013650152	0.00229739	200 ms

Cuadro 5: Varianza circuito RL y RC. Fuente: Propia.

<b>TIEMPOS DE MUESTREO RC</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Menor Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	0	0	0	0	-
<b>THD_I</b>	3.05637E-06	1.43804E-06	2.08907E-06	1.43804E-06	200 ms
<b>RMS_I</b>	4.03193E-08	4.10867E-08	2.6695E-08	2.6695E-08	300 ms
<b>FC_I</b>	2.33432E-05	3.83477E-05	1.94477E-05	1.94477E-05	300 ms
<b>ARM_3_I</b>	4.37915E-08	4.23116E-09	1.44097E-08	4.23116E-09	200 ms
<b>ARM_5_I</b>	1.79273E-08	2.2772E-08	5.42995E-08	1.79273E-08	100 ms
<b>ARM_7_I</b>	1.173E-08	1.13443E-08	2.22389E-08	1.13443E-08	200 ms
<b>THD_V</b>	2.83211E-07	8.42122E-07	1.10474E-06	2.83211E-07	100 ms
<b>FC_V</b>	2.48687E-05	1.07479E-05	1.50254E-05	1.07479E-05	200 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.018689506	0.001014038	0.005208569	0.001014038	200 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.007032576	0.013323411	0.028142898	0.007032576	100 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.006699353	0.007129959	0.010488142	0.006699353	100 ms
<b>TIEMPOS DE MUESTREO RL</b>					
<b>TIEMPOS</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	-
<b>THD_I</b>	3.36823E-07	1.31685E-08	1.04359E-08	1.04359E-08	300 ms
<b>RMS_I</b>	9.94803E-08	2.30678E-08	1.45075E-08	1.45075E-08	300 ms
<b>FC_I</b>	8.52323E-07	2.23034E-07	1.03017E-07	1.03017E-07	300 ms
<b>ARM_3_I</b>	9.09094E-10	3.008E-10	2.67827E-10	2.67827E-10	300 ms
<b>ARM_5_I</b>	7.0426E-10	4.72188E-10	5.02552E-10	4.72188E-10	200 ms
<b>ARM_7_I</b>	1.83612E-10	1.04919E-10	1.03025E-09	1.04919E-10	200 ms
<b>THD_V</b>	5.64973E-07	2.50127E-07	7.53123E-08	7.53123E-08	300 ms
<b>FC_V</b>	9.25619E-06	5.30142E-06	5.06778E-06	5.06778E-06	300 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.004008623	0.000164265	0.003734156	0.000164265	200 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.008207038	0.005302947	0.005187923	0.005187923	300 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.002465178	0.001292785	0.01817049	0.001292785	200 ms

Cuadro 6: Varianza Transformador y Transformador Reductor. Fuente: Propia.

<b>TIEMPOS DE TRANSFORMADOR</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Menor Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	-
<b>THD_I</b>	6.74648E-06	9.68165E-07	5.0659E-08	5.0659E-08	300 ms
<b>RMS_I</b>	6.36651E-08	1.19612E-07	1.09555E-07	6.36651E-08	100 ms
<b>FC_I</b>	6.13794E-05	3.60535E-05	1.54861E-05	1.54861E-05	300 ms
<b>ARM_3_I</b>	9.32723E-09	1.16129E-08	1.0473E-08	9.32723E-09	100 ms
<b>ARM_5_I</b>	1.52058E-09	4.35934E-09	1.4215E-09	1.4215E-09	300 ms
<b>ARM_7_I</b>	3.8362E-10	1.87595E-10	3.4534E-10	1.87595E-10	200 ms
<b>THD_V</b>	5.08656E-07	2.18206E-07	5.14818E-07	2.18206E-07	200 ms
<b>FC_V</b>	4.4257E-06	2.20166E-06	8.32208E-06	2.20166E-06	200 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.001373413	0.002206489	0.016166413	0.001373413	100 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.004708168	0.009205198	0.009086441	0.004708168	100 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.00461637	0.005662653	0.006836448	0.00461637	100 ms
<b>TIEMPOS DE MUESTREO TRANSFORMADOR REDUCTOR</b>					
<b>TIEMPOS</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	0	0	0	0	-
<b>THD_I</b>	1.15568E-05	7.05012E-07	1.80908E-06	7.05012E-07	200 ms
<b>RMS_I</b>	4.08929E-08	1.3777E-08	9.9683E-08	1.3777E-08	200 ms
<b>FC_I</b>	0.000125646	0.000129952	7.40344E-05	7.40344E-05	300 ms
<b>ARM_3_I</b>	4.67515E-09	2.79922E-09	1.32246E-08	2.79922E-09	200 ms
<b>ARM_5_I</b>	1.14384E-09	3.71565E-10	2.06718E-09	3.71565E-10	200 ms
<b>ARM_7_I</b>	6.22651E-11	8.97744E-11	1.40156E-10	6.22651E-11	100 ms
<b>THD_V</b>	1.80558E-06	6.12967E-07	6.58487E-07	6.12967E-07	200 ms
<b>FC_V</b>	3.46892E-06	5.45922E-06	6.74139E-06	3.46892E-06	100 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.000577569	0.001792044	0.00536679	0.000577569	100 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.013958693	0.014363468	0.008766242	0.008766242	300 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.007654117	0.003128312	0.004302025	0.003128312	200 ms

Cuadro 7: **Varianza Transformador Elevador. Fuente: Propia.**

<b>TIEMPOS DE TRANSFORMADOR</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>100 ms</b>	<b>200 ms</b>	<b>300 ms</b>	<b>Menor Varianza</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FP</b>	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	1.2326E-32	-
<b>THD_I</b>	1.17088E-06	2.46118E-08	2.45327E-08	2.45327E-08	300 ms
<b>RMS_I</b>	2.47272E-07	4.05769E-07	4.11258E-07	2.47272E-07	100 ms
<b>FC_I</b>	6.92064E-06	8.95557E-06	8.57871E-06	6.92064E-06	100 ms
<b>ARM_3_I</b>	2.0092E-08	1.28741E-08	7.60001E-10	7.60001E-10	300 ms
<b>ARM_5_I</b>	1.76562E-09	2.01585E-09	3.93775E-09	1.76562E-09	100 ms
<b>ARM_7_I</b>	1.15554E-08	2.40358E-09	1.0823E-08	2.40358E-09	200 ms
<b>THD_V</b>	5.73194E-07	8.40127E-08	6.14499E-07	8.40127E-08	200 ms
<b>FC_V</b>	4.66343E-06	2.8499E-06	1.72023E-05	2.8499E-06	200 ms
<b>ARM_3_V</b>	0.001481291	0.001035143	0.00140687	0.001035143	200 ms
<b>ARM_5_V</b>	0.007224724	0.002350899	0.01357277	0.002350899	200 ms
<b>ARM_7_V</b>	0.01369296	0.004312526	0.016170548	0.004312526	200 ms