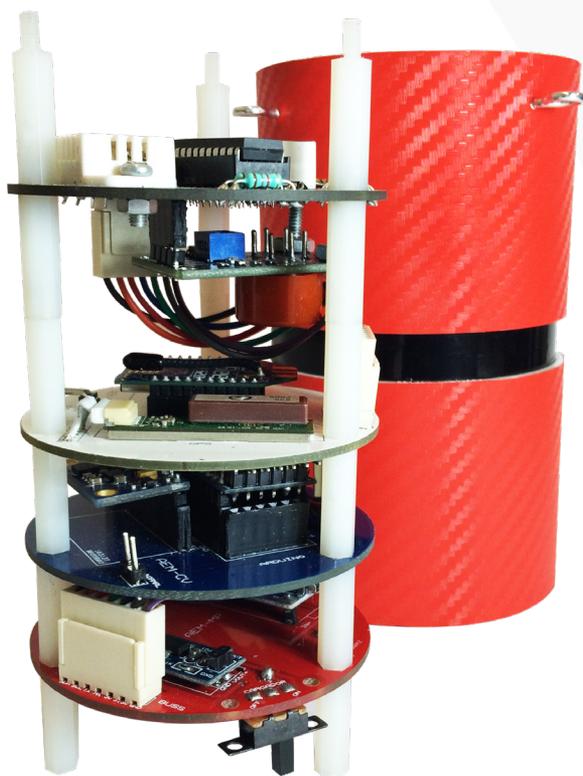


CONSTRUYE TU CANSAT AEM-1

Armado, Integración y Pruebas.



AEM

AGENCIA ESPACIAL MEXICANA

Coordinación de Formación de
Capital Humano en el Campo Espacial

Dirección de Formación de
Capital Humano Especializado
en el Campo Espacial

ELABORADO POR:

Brandon Enrique Salazar Quintero.

Estadía profesional AEM.
Universidad Politécnica de Chiapas.

REVISIÓN DE CONTENIDOS:

Ing. Blanca Rebolgar Trejo.

Directora de Formación de Capital Humano en el Campo Espacial.
Agencia Espacial Mexicana.

DISEÑO EDITORIAL:

Lic. Octavio García Arellano.

Subgerente de Integración y Seguimiento de Proyectos Educativos.
Agencia Espacial Mexicana.

INDICE

1. Introducción	5
1.1. <i>Arquitectura Modular</i>	6
2. Subsistemas	7
2.1. <i>Módulo de potencia (EPS- Electrical Power Subsystem).</i>	8
2.2. <i>Módulo de computadora de vuelo (C&DH Command and Data Handling subsystem).</i>	11
2.3. <i>Módulo de Telemetría (S&RDS-Sending and Receiving Data Subsystem).</i>	13
2.4. <i>Materiales adicionales.</i>	16
3. Armado de PCBs (Printed Circuit Board) de los subsistemas.	17
3.1. <i>Ensamble Subsistema de Potencia (EPS Electrical and Power Subsystem).</i>	18
3.2. <i>Ensamble Subsistema de Computadora de Vuelo (C&DH Command and Data Handling subsystem).</i>	20
3.3. <i>Ensamble Subsistema de Telemetría (S&RDS-Sending and Receiving Data Subsystem).</i>	22
4. Configuraciones, pruebas y procedimientos a subsistemas de la plataforma (BUS) del Cansat AEM-1.	24
4.1. <i>Verificación del subsistema de potencia.</i>	24
4.1.1. <i>Verificación de la tensión primaria de 3.3V (Step-Down).</i>	24
4.1.2. <i>Calibración del voltaje secundario (Step-Up).</i>	25
4.1.3. <i>Recarga de la Bateria.</i>	26
4.2. <i>Verificación del subsistema de computadora de vuelo CV Evaluación del protocolo I2C.</i>	27
4.2.1. <i>Reprogramación de la computadora de vuelo.</i>	30

INDICE

4.3. Verificación del subsistema de comunicación TL.	33
4.3.1. Configuración de los módulos Xbee.	33
4.3.2. Materiales necesarios para realizar la configuración de los Xbee Pro S2B.	34
4.3.3. Configuración de Xbee Router y Coordinador.	35
4.3.4. Configuración de Parámetros Xbee Router y Coordinador.	38
4.3.5. Prueba de comunicación entre el módulo de telemetría y estación terrena.	40
5. Integración de subsistemas.	43

Anexo
cargos

1. INTRODUCCIÓN.

El CanSat AEM-1 es un dispositivo educativo modular multi-propósito, el cual se compone en su sistema base (Bus) de tres módulos principales:

- Módulo de potencia.
- Módulo de telemetría.
- Módulo de computadora de vuelo.

Actualmente, el dispositivo cuenta con dos cargas útiles orientadas al monitoreo de variables atmosféricas las cuales se denominan PL-01 y PL-02. Ambas pueden ser intercambiadas sin necesidad de reprogramar la computadora de vuelo.

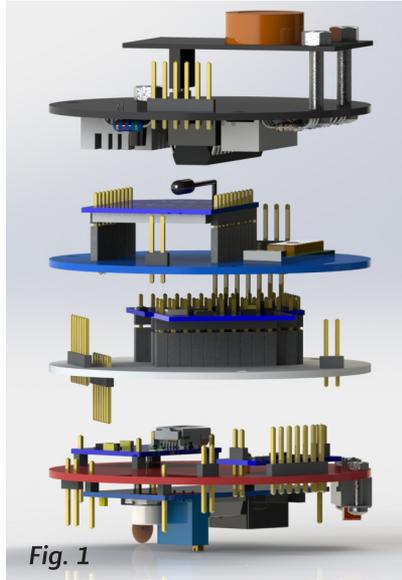


Fig. 1

La primer carga útil (PL-01) monitoriza los componentes gaseosos de la atmósfera (oxígeno, ozono, nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono) además de humedad y temperatura. La segunda carga útil (PL-02) es capaz de detectar las partes por millón de las partículas sólidas suspendidas en la atmósfera (como ceniza, esmog, agua congelada, arena, entre otros). Estas variables se ven complementadas con los sensores que tiene el dispositivo Cansat en su sistema base o plataforma (bus), los cuales son: un acelerómetro en 3 ejes, un giróscopo en 3 ejes, un compás en 3 ejes, un barómetro, un termómetro interno y un sistema de Posicionamiento Global (GPS).

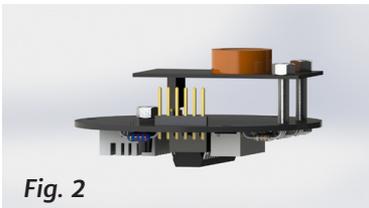


Fig. 2

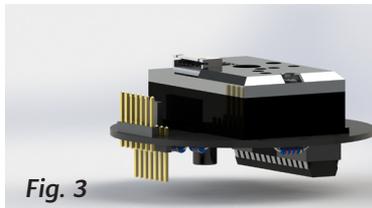


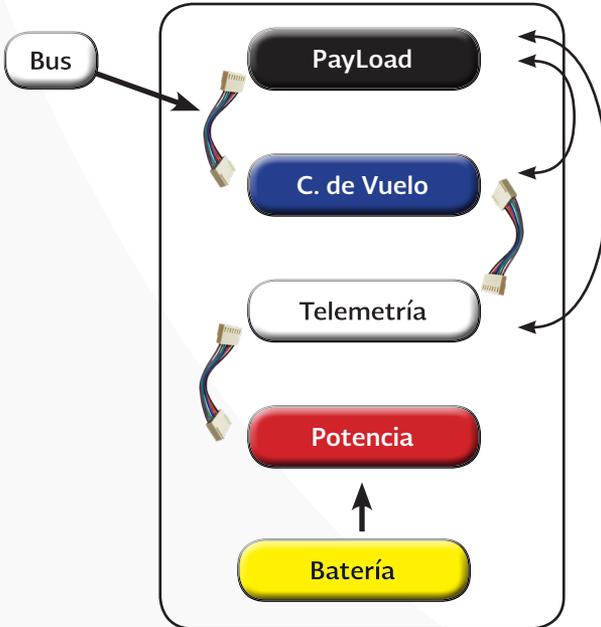
Fig. 3

1.1. ARQUITECTURA MODULAR.

La arquitectura modular o diseño modular se refiere a un sistema compuesto por elementos básicos (módulos) que se conectan entre sí para conformar un sistema de mayor complejidad. Un claro ejemplo de este tipo de arquitectura son los equipos de cómputo, los cuales están separados en diferentes tarjetas y contienen puertos diseñados para conectar nuevos elementos y actualizar el hardware del sistema.

El CanSat AEM-1 fue diseñado bajo este concepto para permitir el remplazo de cualquier módulo por diseños distintos, siendo la única condición la adaptación al conector proporcionado, dando versatilidad y permitiendo un enfoque educativo más amplio. El intercambio de tarjetas permite que el dispositivo CanSat sea transversal a las clasificaciones conocidas, ya que se puede diseñar una carga útil para la necesidad específica de medición de variables físicas y tras su recuperación sustituir la carga útil por una que por ejemplo controle el descenso (retorno aéreo).

Fig. 4



2. SUBSISTEMAS

El CanSat AEM 1 se divide en tres subsistemas principales, los cuales conforman la plataforma base o bus que le darán servicios a la carga útil que se instale.

Sus principales funciones son:

1.- *Módulo de Potencia. (MP)*

Su principal función es proporcionar energía eléctrica necesaria para que todo el sistema funcione.

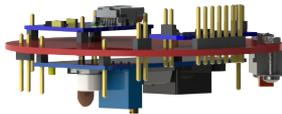


Fig. 5

2.- *Módulo de Computadora de Vuelo. (CV)*

Gestiona la información proporcionada por los sensores y ejecuta las instrucciones necesarias para que el CanSat pueda operar correctamente.



Fig. 6

3.- *Módulo de Telemetría. (TL)*

Es el encargado de enviar la información a la estación en Tierra, además de contar con el sistema de posicionamiento global (GPS).

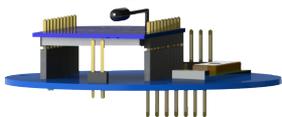


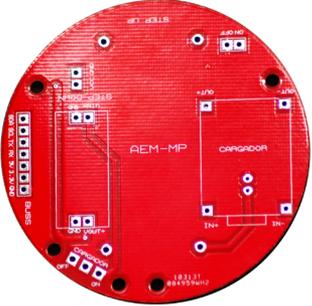
Fig. 7

2.1 MÓDULO DE POTENCIA (MP Ó EPS- ELECTRICAL POWER SUBSYSTEM).

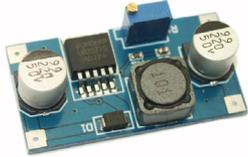
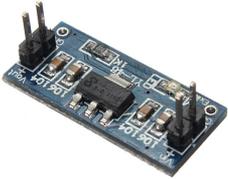
El CanSat AEM-1 requiere un voltaje primario (lógico) de 3.3v para funcionar correctamente, sin embargo las diferentes cargas útiles pueden requerir un voltaje superior. Para cubrir esa necesidad se incluyó un voltaje secundario con regulador conmutado tipo *Step-Up*, el cual tiene un rango que va de 4V hasta 35V, proporcionando una corriente máxima de 3 amperes (con disipación de calor necesaria).

Lista de Materiales:

Las imágenes de cada componente se muestran a continuación.

Nº.	Componente	Imagen
1	Una tarjeta PCB para montar los componentes del subsistema eléctrico (AEM-MP).	
2	Un Conector JST tipo CP de dos milímetros de dos pines macho.	
3	Un conector macho tipo Molex de 7 pines.	

4	Un conector macho tipo Molex de 2 pines.	
5	Un apagador (switch) de un polo dos tiros.	
6	Un apagador (switch) deslizable de un polo, dos tiros, dos posiciones. 1.2 cm de largo y 0.5 cm de ancho.	
7	Un jumper de 2,54mm.	
8	Un capacitor cerámico de 0.01μF (103).	

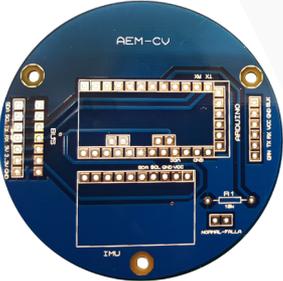
<p>9</p>	<p>Un módulo regulador conmutado tipo <i>Step Up</i> modelo LM2577 o equivalente.</p>	
<p>10</p>	<p>Una batería de litio-polímero (LiPo) de 1200mAh, 3.7v 1C (1 celda), con conector tipo JST hembra.</p>	
<p>11</p>	<p>Un módulo cargador de baterías tipo LiPo modelo RP08DV002.</p>	
<p>12</p>	<p>Un módulo regulador lineal modelo AMS1117-3.3V DC o equivalente.</p>	
<p>13</p>	<p>Cable con conector molex de dos pines hembra.</p>	

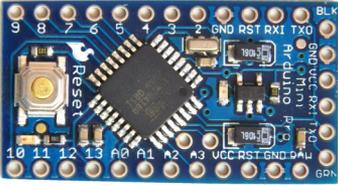
2.2 MÓDULO DE COMPUTADORA DE VUELO (CV Ó C&DHS COMMAND AND DATA HANDLING SUBSYSTEM).

La principal tarea de la computadora de vuelo es concatenar los datos que el módulo de telemetría enviará a la estación terrena, para lo cual decodifica el protocolo NMEA enviado por el sistema de posicionamiento global, calcula la orientación del modelo CanSat en los 3 ejes (“pitch”, “roll” y “yaw”), lee la presión barométrica y temperatura, para construir la cadena de caracteres y formar la trama que será enviada a la estación terrena.

Lista de Materiales:

Las imágenes de cada componente se muestran a continuación.

N°.	Componente	Imagen
1	Una tarjeta PCB AEM-CV.	 <p>A circular blue PCB labeled 'AEM-CV' with various components and connectors. Labels include 'M1 M2', 'M3 M4', 'M5 M6', 'M7 M8', 'M9 M10', 'M11 M12', 'M13 M14', 'M15 M16', 'M17 M18', 'M19 M20', 'M21 M22', 'M23 M24', 'M25 M26', 'M27 M28', 'M29 M30', 'M31 M32', 'M33 M34', 'M35 M36', 'M37 M38', 'M39 M40', 'M41 M42', 'M43 M44', 'M45 M46', 'M47 M48', 'M49 M50', 'M51 M52', 'M53 M54', 'M55 M56', 'M57 M58', 'M59 M60', 'M61 M62', 'M63 M64', 'M65 M66', 'M67 M68', 'M69 M70', 'M71 M72', 'M73 M74', 'M75 M76', 'M77 M78', 'M79 M80', 'M81 M82', 'M83 M84', 'M85 M86', 'M87 M88', 'M89 M90', 'M91 M92', 'M93 M94', 'M95 M96', 'M97 M98', 'M99 M100', 'M101 M102', 'M103 M104', 'M105 M106', 'M107 M108', 'M109 M110', 'M111 M112', 'M113 M114', 'M115 M116', 'M117 M118', 'M119 M120', 'M121 M122', 'M123 M124', 'M125 M126', 'M127 M128', 'M129 M130', 'M131 M132', 'M133 M134', 'M135 M136', 'M137 M138', 'M139 M140', 'M141 M142', 'M143 M144', 'M145 M146', 'M147 M148', 'M149 M150', 'M151 M152', 'M153 M154', 'M155 M156', 'M157 M158', 'M159 M160', 'M161 M162', 'M163 M164', 'M165 M166', 'M167 M168', 'M169 M170', 'M171 M172', 'M173 M174', 'M175 M176', 'M177 M178', 'M179 M180', 'M181 M182', 'M183 M184', 'M185 M186', 'M187 M188', 'M189 M190', 'M191 M192', 'M193 M194', 'M195 M196', 'M197 M198', 'M199 M200', 'M201 M202', 'M203 M204', 'M205 M206', 'M207 M208', 'M209 M210', 'M211 M212', 'M213 M214', 'M215 M216', 'M217 M218', 'M219 M220', 'M221 M222', 'M223 M224', 'M225 M226', 'M227 M228', 'M229 M230', 'M231 M232', 'M233 M234', 'M235 M236', 'M237 M238', 'M239 M240', 'M241 M242', 'M243 M244', 'M245 M246', 'M247 M248', 'M249 M250', 'M251 M252', 'M253 M254', 'M255 M256', 'M257 M258', 'M259 M260', 'M261 M262', 'M263 M264', 'M265 M266', 'M267 M268', 'M269 M270', 'M271 M272', 'M273 M274', 'M275 M276', 'M277 M278', 'M279 M280', 'M281 M282', 'M283 M284', 'M285 M286', 'M287 M288', 'M289 M290', 'M291 M292', 'M293 M294', 'M295 M296', 'M297 M298', 'M299 M300', 'M301 M302', 'M303 M304', 'M305 M306', 'M307 M308', 'M309 M310', 'M311 M312', 'M313 M314', 'M315 M316', 'M317 M318', 'M319 M320', 'M321 M322', 'M323 M324', 'M325 M326', 'M327 M328', 'M329 M330', 'M331 M332', 'M333 M334', 'M335 M336', 'M337 M338', 'M339 M340', 'M341 M342', 'M343 M344', 'M345 M346', 'M347 M348', 'M349 M350', 'M351 M352', 'M353 M354', 'M355 M356', 'M357 M358', 'M359 M360', 'M361 M362', 'M363 M364', 'M365 M366', 'M367 M368', 'M369 M370', 'M371 M372', 'M373 M374', 'M375 M376', 'M377 M378', 'M379 M380', 'M381 M382', 'M383 M384', 'M385 M386', 'M387 M388', 'M389 M390', 'M391 M392', 'M393 M394', 'M395 M396', 'M397 M398', 'M399 M400', 'M401 M402', 'M403 M404', 'M405 M406', 'M407 M408', 'M409 M410', 'M411 M412', 'M413 M414', 'M415 M416', 'M417 M418', 'M419 M420', 'M421 M422', 'M423 M424', 'M425 M426', 'M427 M428', 'M429 M430', 'M431 M432', 'M433 M434', 'M435 M436', 'M437 M438', 'M439 M440', 'M441 M442', 'M443 M444', 'M445 M446', 'M447 M448', 'M449 M450', 'M451 M452', 'M453 M454', 'M455 M456', 'M457 M458', 'M459 M460', 'M461 M462', 'M463 M464', 'M465 M466', 'M467 M468', 'M469 M470', 'M471 M472', 'M473 M474', 'M475 M476', 'M477 M478', 'M479 M480', 'M481 M482', 'M483 M484', 'M485 M486', 'M487 M488', 'M489 M490', 'M491 M492', 'M493 M494', 'M495 M496', 'M497 M498', 'M499 M500', 'M501 M502', 'M503 M504', 'M505 M506', 'M507 M508', 'M509 M510', 'M511 M512', 'M513 M514', 'M515 M516', 'M517 M518', 'M519 M520', 'M521 M522', 'M523 M524', 'M525 M526', 'M527 M528', 'M529 M530', 'M531 M532', 'M533 M534', 'M535 M536', 'M537 M538', 'M539 M540', 'M541 M542', 'M543 M544', 'M545 M546', 'M547 M548', 'M549 M550', 'M551 M552', 'M553 M554', 'M555 M556', 'M557 M558', 'M559 M560', 'M561 M562', 'M563 M564', 'M565 M566', 'M567 M568', 'M569 M570', 'M571 M572', 'M573 M574', 'M575 M576', 'M577 M578', 'M579 M580', 'M581 M582', 'M583 M584', 'M585 M586', 'M587 M588', 'M589 M590', 'M591 M592', 'M593 M594', 'M595 M596', 'M597 M598', 'M599 M600', 'M601 M602', 'M603 M604', 'M605 M606', 'M607 M608', 'M609 M610', 'M611 M612', 'M613 M614', 'M615 M616', 'M617 M618', 'M619 M620', 'M621 M622', 'M623 M624', 'M625 M626', 'M627 M628', 'M629 M630', 'M631 M632', 'M633 M634', 'M635 M636', 'M637 M638', 'M639 M640', 'M641 M642', 'M643 M644', 'M645 M646', 'M647 M648', 'M649 M650', 'M651 M652', 'M653 M654', 'M655 M656', 'M657 M658', 'M659 M660', 'M661 M662', 'M663 M664', 'M665 M666', 'M667 M668', 'M669 M670', 'M671 M672', 'M673 M674', 'M675 M676', 'M677 M678', 'M679 M680', 'M681 M682', 'M683 M684', 'M685 M686', 'M687 M688', 'M689 M690', 'M691 M692', 'M693 M694', 'M695 M696', 'M697 M698', 'M699 M700', 'M701 M702', 'M703 M704', 'M705 M706', 'M707 M708', 'M709 M710', 'M711 M712', 'M713 M714', 'M715 M716', 'M717 M718', 'M719 M720', 'M721 M722', 'M723 M724', 'M725 M726', 'M727 M728', 'M729 M730', 'M731 M732', 'M733 M734', 'M735 M736', 'M737 M738', 'M739 M740', 'M741 M742', 'M743 M744', 'M745 M746', 'M747 M748', 'M749 M750', 'M751 M752', 'M753 M754', 'M755 M756', 'M757 M758', 'M759 M760', 'M761 M762', 'M763 M764', 'M765 M766', 'M767 M768', 'M769 M770', 'M771 M772', 'M773 M774', 'M775 M776', 'M777 M778', 'M779 M780', 'M781 M782', 'M783 M784', 'M785 M786', 'M787 M788', 'M789 M790', 'M791 M792', 'M793 M794', 'M795 M796', 'M797 M798', 'M799 M800', 'M801 M802', 'M803 M804', 'M805 M806', 'M807 M808', 'M809 M810', 'M811 M812', 'M813 M814', 'M815 M816', 'M817 M818', 'M819 M820', 'M821 M822', 'M823 M824', 'M825 M826', 'M827 M828', 'M829 M830', 'M831 M832', 'M833 M834', 'M835 M836', 'M837 M838', 'M839 M840', 'M841 M842', 'M843 M844', 'M845 M846', 'M847 M848', 'M849 M850', 'M851 M852', 'M853 M854', 'M855 M856', 'M857 M858', 'M859 M860', 'M861 M862', 'M863 M864', 'M865 M866', 'M867 M868', 'M869 M870', 'M871 M872', 'M873 M874', 'M875 M876', 'M877 M878', 'M879 M880', 'M881 M882', 'M883 M884', 'M885 M886', 'M887 M888', 'M889 M890', 'M891 M892', 'M893 M894', 'M895 M896', 'M897 M898', 'M899 M900', 'M901 M902', 'M903 M904', 'M905 M906', 'M907 M908', 'M909 M910', 'M911 M912', 'M913 M914', 'M915 M916', 'M917 M918', 'M919 M920', 'M921 M922', 'M923 M924', 'M925 M926', 'M927 M928', 'M929 M930', 'M931 M932', 'M933 M934', 'M935 M936', 'M937 M938', 'M939 M940', 'M941 M942', 'M943 M944', 'M945 M946', 'M947 M948', 'M949 M950', 'M951 M952', 'M953 M954', 'M955 M956', 'M957 M958', 'M959 M960', 'M961 M962', 'M963 M964', 'M965 M966', 'M967 M968', 'M969 M970', 'M971 M972', 'M973 M974', 'M975 M976', 'M977 M978', 'M979 M980', 'M981 M982', 'M983 M984', 'M985 M986', 'M987 M988', 'M989 M990', 'M991 M992', 'M993 M994', 'M995 M996', 'M997 M998', 'M999 M1000', 'M1001 M1002', 'M1003 M1004', 'M1005 M1006', 'M1007 M1008', 'M1009 M1010', 'M1011 M1012', 'M1013 M1014', 'M1015 M1016', 'M1017 M1018', 'M1019 M1020', 'M1021 M1022', 'M1023 M1024', 'M1025 M1026', 'M1027 M1028', 'M1029 M1030', 'M1031 M1032', 'M1033 M1034', 'M1035 M1036', 'M1037 M1038', 'M1039 M1040', 'M1041 M1042', 'M1043 M1044', 'M1045 M1046', 'M1047 M1048', 'M1049 M1050', 'M1051 M1052', 'M1053 M1054', 'M1055 M1056', 'M1057 M1058', 'M1059 M1060', 'M1061 M1062', 'M1063 M1064', 'M1065 M1066', 'M1067 M1068', 'M1069 M1070', 'M1071 M1072', 'M1073 M1074', 'M1075 M1076', 'M1077 M1078', 'M1079 M1080', 'M1081 M1082', 'M1083 M1084', 'M1085 M1086', 'M1087 M1088', 'M1089 M1090', 'M1091 M1092', 'M1093 M1094', 'M1095 M1096', 'M1097 M1098', 'M1099 M1100', 'M1101 M1102', 'M1103 M1104', 'M1105 M1106', 'M1107 M1108', 'M1109 M1110', 'M1111 M1112', 'M1113 M1114', 'M1115 M1116', 'M1117 M1118', 'M1119 M1120', 'M1121 M1122', 'M1123 M1124', 'M1125 M1126', 'M1127 M1128', 'M1129 M1130', 'M1131 M1132', 'M1133 M1134', 'M1135 M1136', 'M1137 M1138', 'M1139 M1140', 'M1141 M1142', 'M1143 M1144', 'M1145 M1146', 'M1147 M1148', 'M1149 M1150', 'M1151 M1152', 'M1153 M1154', 'M1155 M1156', 'M1157 M1158', 'M1159 M1160', 'M1161 M1162', 'M1163 M1164', 'M1165 M1166', 'M1167 M1168', 'M1169 M1170', 'M1171 M1172', 'M1173 M1174', 'M1175 M1176', 'M1177 M1178', 'M1179 M1180', 'M1181 M1182', 'M1183 M1184', 'M1185 M1186', 'M1187 M1188', 'M1189 M1190', 'M1191 M1192', 'M1193 M1194', 'M1195 M1196', 'M1197 M1198', 'M1199 M1200', 'M1201 M1202', 'M1203 M1204', 'M1205 M1206', 'M1207 M1208', 'M1209 M1210', 'M1211 M1212', 'M1213 M1214', 'M1215 M1216', 'M1217 M1218', 'M1219 M1220', 'M1221 M1222', 'M1223 M1224', 'M1225 M1226', 'M1227 M1228', 'M1229 M1230', 'M1231 M1232', 'M1233 M1234', 'M1235 M1236', 'M1237 M1238', 'M1239 M1240', 'M1241 M1242', 'M1243 M1244', 'M1245 M1246', 'M1247 M1248', 'M1249 M1250', 'M1251 M1252', 'M1253 M1254', 'M1255 M1256', 'M1257 M1258', 'M1259 M1260', 'M1261 M1262', 'M1263 M1264', 'M1265 M1266', 'M1267 M1268', 'M1269 M1270', 'M1271 M1272', 'M1273 M1274', 'M1275 M1276', 'M1277 M1278', 'M1279 M1280', 'M1281 M1282', 'M1283 M1284', 'M1285 M1286', 'M1287 M1288', 'M1289 M1290', 'M1291 M1292', 'M1293 M1294', 'M1295 M1296', 'M1297 M1298', 'M1299 M1300', 'M1301 M1302', 'M1303 M1304', 'M1305 M1306', 'M1307 M1308', 'M1309 M1310', 'M1311 M1312', 'M1313 M1314', 'M1315 M1316', 'M1317 M1318', 'M1319 M1320', 'M1321 M1322', 'M1323 M1324', 'M1325 M1326', 'M1327 M1328', 'M1329 M1330', 'M1331 M1332', 'M1333 M1334', 'M1335 M1336', 'M1337 M1338', 'M1339 M1340', 'M1341 M1342', 'M1343 M1344', 'M1345 M1346', 'M1347 M1348', 'M1349 M1350', 'M1351 M1352', 'M1353 M1354', 'M1355 M1356', 'M1357 M1358', 'M1359 M1360', 'M1361 M1362', 'M1363 M1364', 'M1365 M1366', 'M1367 M1368', 'M1369 M1370', 'M1371 M1372', 'M1373 M1374', 'M1375 M1376', 'M1377 M1378', 'M1379 M1380', 'M1381 M1382', 'M1383 M1384', 'M1385 M1386', 'M1387 M1388', 'M1389 M1390', 'M1391 M1392', 'M1393 M1394', 'M1395 M1396', 'M1397 M1398', 'M1399 M1400', 'M1401 M1402', 'M1403 M1404', 'M1405 M1406', 'M1407 M1408', 'M1409 M1410', 'M1411 M1412', 'M1413 M1414', 'M1415 M1416', 'M1417 M1418', 'M1419 M1420', 'M1421 M1422', 'M1423 M1424', 'M1425 M1426', 'M1427 M1428', 'M1429 M1430', 'M1431 M1432', 'M1433 M1434', 'M1435 M1436', 'M1437 M1438', 'M1439 M1440', 'M1441 M1442', 'M1443 M1444', 'M1445 M1446', 'M1447 M1448', 'M1449 M1450', 'M1451 M1452', 'M1453 M1454', 'M1455 M1456', 'M1457 M1458', 'M1459 M1460', 'M1461 M1462', 'M1463 M1464', 'M1465 M1466', 'M1467 M1468', 'M1469 M1470', 'M1471 M1472', 'M1473 M1474', 'M1475 M1476', 'M1477 M1478', 'M1479 M1480', 'M1481 M1482', 'M1483 M1484', 'M1485 M1486', 'M1487 M1488', 'M1489 M1490', 'M1491 M1492', 'M1493 M1494', 'M1495 M1496', 'M1497 M1498', 'M1499 M1500', 'M1501 M1502', 'M1503 M1504', 'M1505 M1506', 'M1507 M1508', 'M1509 M1510', 'M1511 M1512', 'M1513 M1514', 'M1515 M1516', 'M1517 M1518', 'M1519 M1520', 'M1521 M1522', 'M1523 M1524', 'M1525 M1526', 'M1527 M1528', 'M1529 M1530', 'M1531 M1532', 'M1533 M1534', 'M1535 M1536', 'M1537 M1538', 'M1539 M1540', 'M1541 M1542', 'M1543 M1544', 'M1545 M1546', 'M1547 M1548', 'M1549 M1550', 'M1551 M1552', 'M1553 M1554', 'M1555 M1556', 'M1557 M1558', 'M1559 M1560', 'M1561 M1562', 'M1563 M1564', 'M1565 M1566', 'M1567 M1568', 'M1569 M1570', 'M1571 M1572', 'M1573 M1574', 'M1575 M1576', 'M1577 M1578', 'M1579 M1580', 'M1581 M1582', 'M1583 M1584', 'M1585 M1586', 'M1587 M1588', 'M1589 M1590', 'M1591 M1592', 'M1593 M1594', 'M1595 M1596', 'M1597 M1598', 'M1599 M1600', 'M1601 M1602', 'M1603 M1604', 'M1605 M1606', 'M1607 M1608', 'M1609 M1610', 'M1611 M1612', 'M1613 M1614', 'M1615 M1616', 'M1617 M1618', 'M1619 M1620', 'M1621 M1622', 'M1623 M1624', 'M1625 M1626', 'M1627 M1628', 'M1629 M1630', 'M1631 M1632', 'M1633 M1634', 'M1635 M1636', 'M1637 M1638', 'M1639 M1640', 'M1641 M1642', 'M1643 M1644', 'M1645 M1646', 'M1647 M1648', 'M1649 M1650', 'M1651 M1652', 'M1653 M1654', 'M1655 M1656', 'M1657 M1658', 'M1659 M1660', 'M1661 M1662', 'M1663 M1664', 'M1665 M1666', 'M1667 M1668', 'M1669 M1670', 'M1671 M1672', 'M1673 M1674', 'M1675 M1676', 'M1677 M1678', 'M1679 M1680', 'M1681 M1682', 'M1683 M1684', 'M1685 M1686', 'M1687 M1688', 'M1689 M1690', 'M1691 M1692', 'M1693 M1694', 'M1695 M1696', 'M1697 M1698', 'M1699 M1700', 'M1701 M1702', 'M1703 M1704', 'M1705 M1706', 'M1707 M1708', 'M1709 M1710', 'M1711 M1712', 'M1713 M1714', 'M1715 M1716', 'M1717 M1718', 'M1719 M1720', 'M1721 M1722', 'M1723 M1724', 'M1725 M1726', 'M1727 M1728', 'M1729 M1730', 'M1731 M1732', 'M1733 M1734', 'M1735 M1736', 'M1737 M1738', 'M1739 M1740', 'M1741 M1742', 'M1743 M1744', 'M1745 M1746', 'M1747 M1748', 'M1749 M1750', 'M1751 M1752', 'M1753 M1754', 'M1755 M1756', 'M1757 M1758', 'M1759 M1760', 'M1761 M1762', 'M1763 M1764', 'M1765 M1766', 'M1767 M1768', 'M1769 M1770', 'M1771 M1772', 'M1773 M1774', 'M1775 M1776', 'M1777 M1778', 'M1779 M1780', 'M1781 M1782', 'M1783 M1784', 'M1785 M1786', 'M1787 M1788', 'M1789 M1790', 'M1791 M1792', 'M1793 M1794', 'M1795 M1796', 'M1797 M1798', 'M1799 M1800', 'M1801 M1802', 'M1803 M1804', 'M1805 M1806', 'M1807 M1808', 'M1809 M1810', 'M1811 M1812', 'M1813 M1814', 'M1815 M1816', 'M1817 M1818', 'M1819 M1820', 'M1821 M1822', 'M1823 M1824', 'M1825 M1826', 'M1827 M1828', 'M1829 M1830', 'M1831 M1832', 'M1833 M1834', 'M1835 M1836', 'M1837 M1838', 'M1839 M1840', 'M1841 M1842', 'M1843 M1844', 'M1845 M1846', 'M1847 M1848', 'M1849 M1850', 'M1851 M1852', 'M1853 M1854', 'M1855 M1856', 'M1857 M1858', 'M1859 M1860', 'M1861 M1862', 'M1863 M1864', 'M1865 M1866', 'M1867 M1868', 'M1869 M1870', 'M1871 M1872', 'M1873 M1874', 'M1875 M1876', 'M1877 M1878', 'M1879 M1880', 'M1881 M1882', 'M1883 M1884', 'M1885 M1886', 'M1887 M1888', 'M1889 M1890', 'M1891 M1892', 'M1893 M1894', 'M1895 M1896', 'M1897 M1898', 'M1899 M1900', 'M1901 M1902', 'M1903 M1904', 'M1905 M1906', 'M1907 M1908', 'M1909 M1910', 'M1911 M1912', 'M1913 M1914', 'M1915 M1916', 'M1917 M1918', 'M1919 M1920', 'M1921 M1922', 'M1923 M1924', 'M1925 M1926', 'M1927 M1928', 'M1929 M1930', 'M1931 M1932', 'M1933 M1934', 'M1935 M1936', 'M1937 M1938', 'M1939 M1940', 'M1941 M1942', 'M1943 M1944', 'M1945 M1946', 'M1947 M1948', 'M1949 M1950', 'M1951 M1952', 'M1953 M1954', 'M1955 M1956', 'M1957 M1958', 'M1959 M1960', 'M1961 M1962', 'M1963 M1964', 'M1965 M1966', 'M1967 M1968', 'M1969 M1970', 'M1971 M1972', 'M1973 M1974', 'M1975 M1976', 'M1977 M1978', 'M1979 M1980', 'M1981 M1982', 'M1983 M1984', 'M1985 M1986', 'M1987 M1988', 'M1989 M1990', 'M1991 M1992', 'M1993 M1994', 'M1995 M1996', 'M1997 M1998', 'M1999 M2000', 'M2001 M2002', 'M2003 M2004', 'M2005 M2006', 'M2007 M2008', 'M2009 M2010', 'M2011 M2012', 'M2013 M2014', 'M2015 M2016', 'M2017 M2018', 'M2019 M2020', 'M2021 M2022', 'M2023 M2024', 'M2025 M2026', 'M2027 M2028', 'M2029 M2030', 'M2031 M2032', 'M2033 M2034', 'M2035 M2036', 'M2037 M2038', 'M2039 M2040', 'M2041 M2042', 'M2043 M2044', 'M2045 M2046', 'M2047 M2048', 'M2049 M2050', 'M2051 M2052', 'M2053 M2054', 'M2055 M2056', 'M2057 M2058', 'M2059 M2060', 'M2061 M2062', 'M2063 M2064', 'M2065 M2066', 'M2067 M2068', 'M2069 M2070', 'M2071 M2072', 'M2073 M2074', 'M2075 M2076', 'M2077 M2078', 'M2079 M2080', 'M2081 M2082', 'M2083 M2084', 'M2085 M2086', 'M2087 M2088', 'M2089 M2090', 'M2091 M2092', 'M2093 M2094', 'M2095 M2096', 'M2097 M2098', 'M2099 M2100', 'M2101 M2102', 'M2103 M2104', 'M2105 M2106', 'M2107 M2108', 'M2109 M2110', 'M2111 M2112', 'M2113 M2114', 'M2115 M2116', 'M2117 M2118', 'M2119 M2120', 'M2121 M2122', 'M2123 M2124', 'M2125 M2126', 'M2127 M2128', 'M2129 M2130', 'M2131 M2132', 'M2133 M2134', 'M2135 M2136', 'M2137 M2138', 'M2139 M2140', 'M2141 M2142', 'M2143 M2144', 'M2145 M2146', 'M2147 M21</p>

<p>3</p>	<p>Un microcontrolador Arduino Pro Mini 3.3V, de 8MHz (Atmel 328).</p>	
<p>4</p>	<p>Dos conectores macho tipo Molex de 7 pines.</p>	
<p>5</p>	<p>Una tira sencilla de headers hembra de 2.54 mm.</p>	
<p>6</p>	<p>Una tira sencilla de headers macho de 2.54mm.</p>	
<p>7</p>	<p>Una resistencia de 10kΩ 1/4 Watt.</p>	

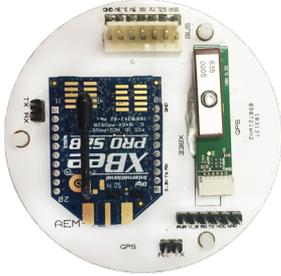
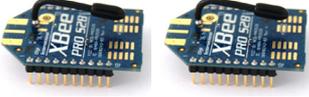
8	Una tira sencilla de headers macho de 2.54mm en ángulo recto.	
9	Cable USB-FTDI de 3.3 V.	
10	Cable USB - mini USB	

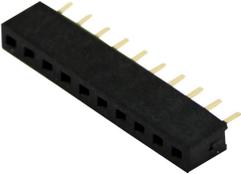
2.3 MÓDULO DE TELEMETRÍA (S&RDS-SENDING AND RECEIVING DATA SUBSYSTEM).

El objetivo del módulo de telemetría es transmitir la cadena de caracteres proporcionada por la computadora de vuelo a la estación terrena. La comunicación entre la computadora de vuelo y el módulo de telemetría se realiza utilizando el protocolo de comunicación serial RS232 a 9600 baudios. El módulo de telemetría permite sólo transmitir a la estación terrena, y no puede recibir comandos de esta, sin embargo para alguna aplicación que lo requiera, se encuentran accesible el pin de recepción. Adicionalmente, este contiene un sistema de posicionamiento global (GPS) que se comunica con la computadora de vuelo vía RS232 a 9600 baudios utilizando el protocolo NMEA.

Lista de Materiales:

Las imágenes de cada componente se muestran a continuación.

Nº.	Componente	Imagen
1	Una tarjeta PCB AEM-TL.	
2	Receptor para sistema de posicionamiento global (GPS) modelo GP-635T.	
3	Dos radiotransmisores Xbee PRO 2SB 63mW wire antenna/UFL. (1 maestro, 1 esclavo).	
4	Dos conectores tipo Molex macho siete pines.	
5	Un cable JST de 6 pines.	

6	Dos conectores (socket) de 2 mm y 10 pines para Xbee.	
7	Dos tiras header hembra de 2.54mm.	
8	Una tira sencilla de headers macho de 2.54mm.	
9	Tarjeta X-Bee explorer.	
10	Cable USB - mini USB (puede utilizarse el mismo cable requerido en la computadora de vuelo).	

2.4 MATERIALES ADICIONALES.

1.- Software.

Nº	Software	Descripción	Referencias	Descargas
1	IDE Arduino (V. 1.6 en adelante)	Programa creado por "Arduino" utilizado para la programación de tarjetas arduino.		https://www.arduino.cc/en/Main/Software
2	XCTU	Programa creado por "DIGI" y utilizado para hacer la configuración de los radios transmisores Xbee.		https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/xctu-software/xctu
3	Mplab	Programa creado por "MICROCHIP" utilizado para hacer la programación de PIC's.		http://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide

2.- Equipo.

Nº	Equipo	Referencias
1	Cautín Tipo Lápiz	
2	Rollo de estaño y Pasta para soldar estaño de 60 g.	
3	Multímetro electrónico	

3.- Material para ensamblado.

N°	Equipo	Referencias
1	Separadores hexagonales de poliamida M2.5 con tornillo de 2 cm de largo.	
2	Cable con conectores molex de 7 pines hembra de ambos lados	

3. ARMADO DE PCBs DE SUBSISTEMAS.



Con un smart phone, puedes escanear este código QR, para revisar material multimedia, de un procedimiento sugerido para soldar los componentes de cada PCB de este manual. Se recomienda utilizar este procedimiento para el correcto montaje de los componentes utilizados para este dispositivo.

3.1. ENSAMBLE SUBSISTEMA DE POTENCIA (EPS ELECTRICAL AND POWER SUBSYSTEM).

Paso 1: Soldar la parte superior de la tarjeta AEM-MP.

Se recomienda soldar en la parte superior del módulo de potencia, los siguientes componentes en el siguiente orden:

- 1.- Soldar cargador RP08DV002 (A).
- 2.- Soldar regulador lineal de 3.3V (AMS1117-3-3 DC) (B).
- 3.- Soldar conector Molex (C), con la ubicación de los pines hacia el centro de la tarjeta.
- 4.- Soldar el cable CP de dos milímetros de dos pines al apagador (switch) de un polo dos tiros (D).

Estos tres componentes son los únicos que se deberán soldar por la parte superior. El resultado final se muestra en la figura 8.

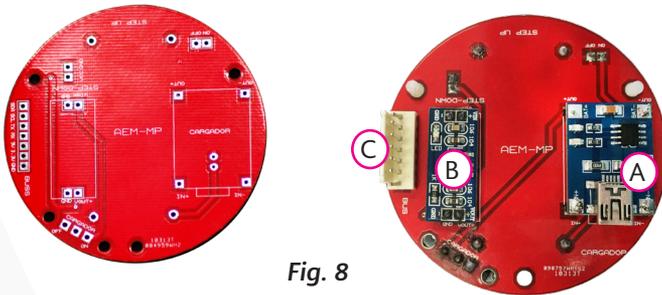
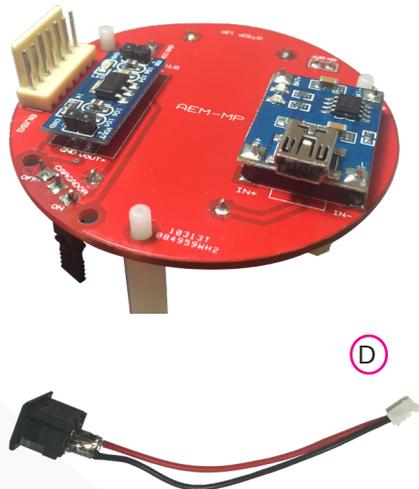


Fig. 8



Puedes escanear este código QR, para revisar material multimedia, de la parte superior de la tarjeta AEM-MP

Nota: Los módulos de cargador de batería y el Step-Down van montados sobre un header macho de 2.54mm estándar. La orientación del conector Molex es muy importante, ya que la configuración mecánica de la conexión busca evitar los cortos circuitos, de lo contrario no será posible conectarlo de manera correcta



Paso 2: Soldar la parte inferior de la tarjeta AEM-MP.

Se recomienda soldar inicialmente en la parte inferior del módulo de potencia, los siguientes componentes:

- 1.- Capacitor cerámico (103).
- 2.- Conector CP2mm de 2 pines.
- 3.- Conector macho tipo Molex de 2 pines.
- 4.- Apagador (switch) de un polo dos tiros de tres pines.

Es recomendable para el soldado de los componentes, seguir el orden propuesto en el listado anterior.

El resultado se muestra en la figura 9.

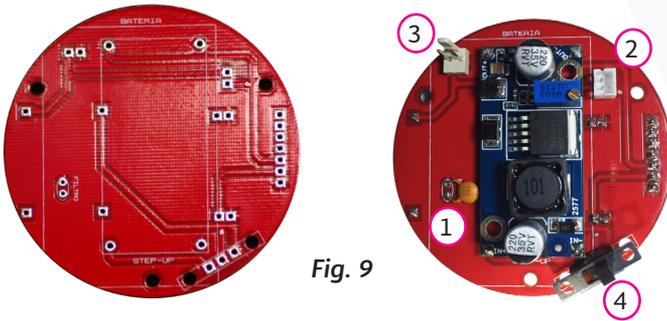
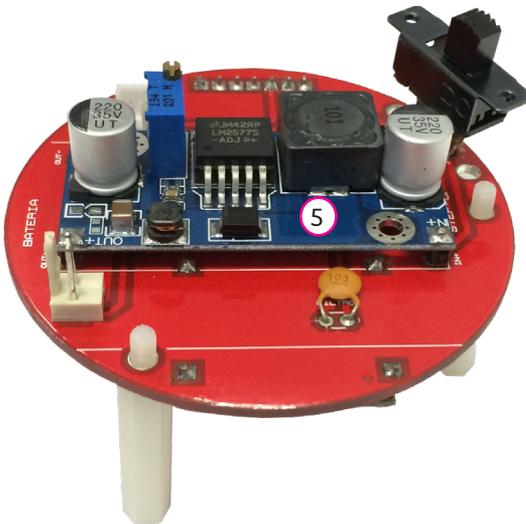


Fig. 9



Puedes escanear este código QR, para revisar material multimedia, de la parte superior de la tarjeta AEM-MP

3.2 ENSAMBLE SUBSISTEMAS DE COMPUTADORA DE VUELO. (CV Ó C&DHS COMMAND AND DATA HANDLING SUBSYSTEM).

La placa de la computadora de vuelo CV-AEM lleva todos sus componentes por la parte superior, es recomendable soldar inicialmente la tarjeta con el microcontrolador Arduino Pro mini y la unidad de medición inercial (IMU ó "Inertial Measurement Unit") GY-80, posteriormente la resistencia de 10 KΩ y finalmente los conectores Molex. Al montar los componentes en el orden propuesto se evitan dificultades de soldado debido a las dimensiones y espacio de los componentes.

Es importante señalar que se deben soldar conectores macho de 2.54mm como zócalo para la tarjeta del microcontrolador Arduino Pro mini y la unidad de medición inercial (GY8-0), en ambos casos por la parte baja de cada tarjeta a fin de que posteriormente se puedan montar sobre la tarjeta PCB AEM-CV.

Paso 1: Preparación de componentes.

Soldar los pines macho de 2.54mm al microcontrolador Arduino Pro mini y a la unidad de medición inercial GY-80. Ver figura 10 y 11 para soldar pines de tarjeta de microcontrolador Arduino Pro mini y unidad de medición inercial GY-80.

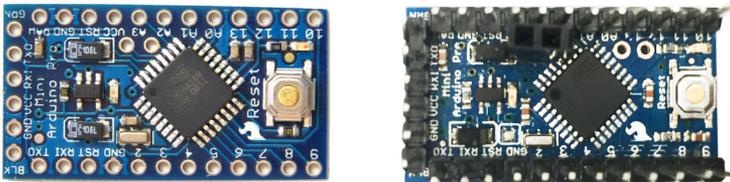
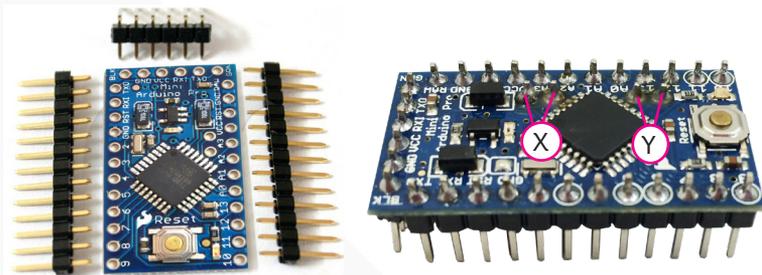


Fig. 10. Montaje de pines ("headers" macho) en la tarjeta del microcontrolador Arduino Pro mini.



NOTA: Verificar que los pines del Arduino Pro Mini, A4 y A5 (X), así como A6 y A7 (Y), coincidan con los orificios asignados en la PCB respectivamente. Ver figura 10 y 12.

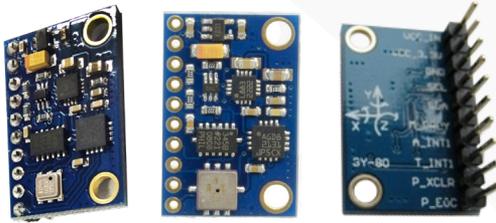


Fig. 11. B) Montaje de pines (“headers” macho) en la tarjeta de la unidad de medición inercial GY-80.

Paso2: Soldado de componentes pequeños.

- 1.- Soldar la resistencia de 10KΩ 1/4 Watt.
- 2.- Soldar los 6 “headers” macho de 2.54mm con ángulo recto.
- 3.- Soldar los 2 “headers” macho de 2.54mm sin ángulo.
- 4.- Soldar dos conectores tipo Molex (superior e inferior), los cuales deben ubicarse con los pines hacia el centro de la PCB.

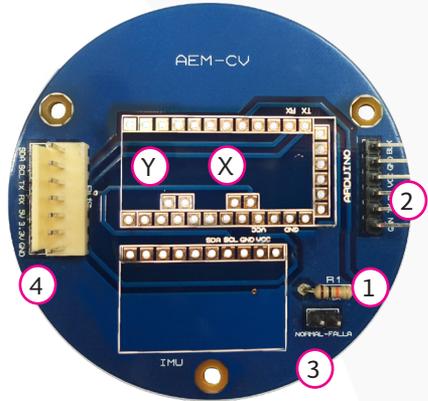


Fig. 12

Ver figura 12.

Paso 3: Soldado de componentes principales.

A continuación, soldar a la placa la unidad de medición inercial (A) y el microcontrolador Arduino Pro mini (3.3V 8Mhz Atmel 328) (B) como se muestra en la Figura 12.



Puedes escanear este código QR, para revisar material multimedia, de la parte superior de la tarjeta AEM-CV

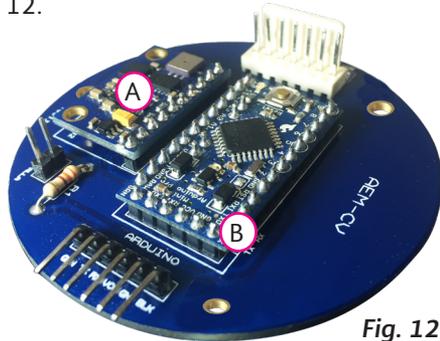


Fig. 12

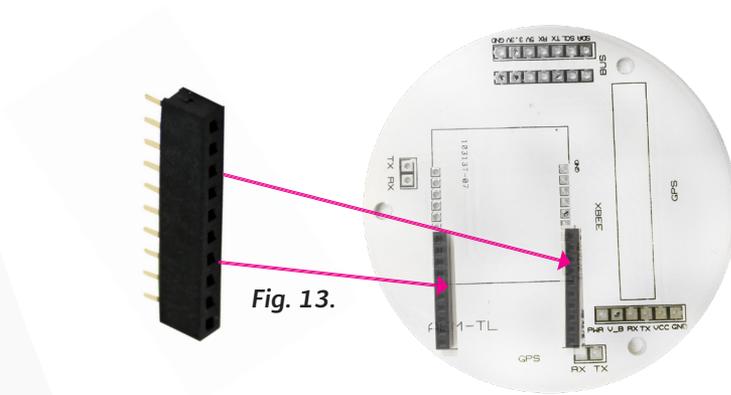
NOTA: En caso de no soldar los componentes A y B directamente a la PCB, se puede soldar una base de montaje rápido utilizando los headers hembra.

3.3 ENSAMBLE SUBSISTEMA DE TELEMETRÍA (S&RDS-SENDING AND RECEIVING DATA SUBSYSTEM).

La Placa de AEM-TL lleva sus componentes por la parte superior y un conector macho tipo Molex de siete pines en la parte inferior.

Paso 1: Soldadura de socket.

Se deben soldar los dos socket del módulo Xbee:



Paso 2: Soldadura de conectores.

Se deben soldar los dos conectores para el receptor para sistema de posicionamiento global (GPS) modelo GP-635T.



Fig. 14. Orden en el que debe ser conectado el cable JST.

Paso 3: Soldadura de "headers" y conectores molex.

Para concluir la placa se deberán soldar:

- 1.- Los "headers" (A) macho de 2.54mm por la parte superior en las tres secciones indicadas. (1). Fig. 15.
- 2.- Fijar GPS (B) a la PCB, con pegamento silicón cuidando que la conexión este dirigida hacia los "headers" macho. (2). Fig 15.
- 3.- Los conectores molex de 7 pines como se muestra en la figura 8, cuidando que el conector molex ubicado en la parte superior se monte con los pines en dirección al centro de la tarjeta, mientras que el conector en la parte inferior se coloca con los pines hacia el exterior de la tarjeta. (3). Fig. 16

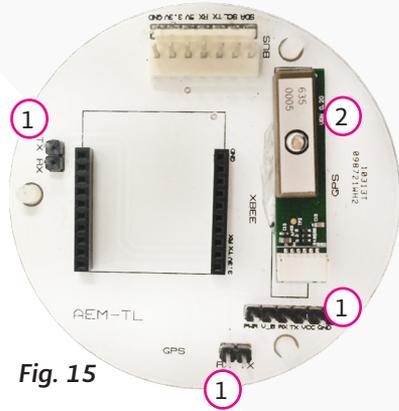
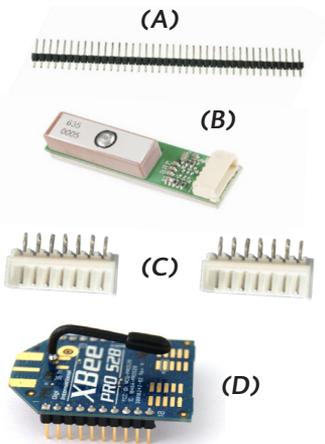


Fig. 15

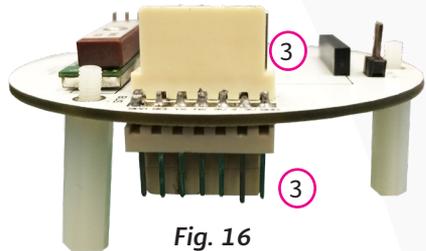


Fig. 16

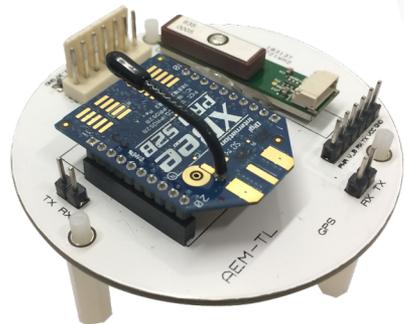


Fig. 17



Puedes escanear este código QR, para revisar material multimedia, de la parte superior de la tarjeta AEM-TL.

4. CONFIGURACIONES, PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS A SUBSISTEMAS DE LA PLATAFORMA (BUS) DEL CANSAT AEM-1

En esta sección se mostrarán las configuraciones, pruebas y procedimientos que se deben realizar para confirmar el correcto funcionamiento de cada módulo o subsistema, además de los diferentes modos de operación que posee. Posteriormente se mostrará la integración del CanSat en conjunto (Integración de subsistemas).

4.1. VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE POTENCIA MP.

En este apartado se verifican y ajustan los módulos de Step-Up y Step-Down.

4.1.1. Verificación de la tensión primaria de 3.3V (Step-Down).

La tensión primaria es proporcionada por el regulador ASM1117, el cual se muestra en la figura 18. Este circuito es un regulador de tensión lineal que soporta una alimentación de entrada desde 3.5V. hasta 7V. y proporciona a la salida un voltaje menor al de su entrada. El nivel de tensión eléctrica de la salida primaria debe estar entre los 2.8V y 3.3 V.

Para comprobar el correcto funcionamiento de este elemento se realizan los siguientes pasos: figura 18.

- Conectar la batería en el conector CP2mm de dos pines.
- Conectar el apagador con cable al conector molex de dos pines, posición del interruptor de encendido en "ON".
- Observar que el LED del regulador esté encendido.
- Medir con el multímetro el voltaje de entrada indicado por la etiquetas de VCC y GND.
- Verificar que se proporciona el nivel de tensión adecuado (2.8V / 3.3V).

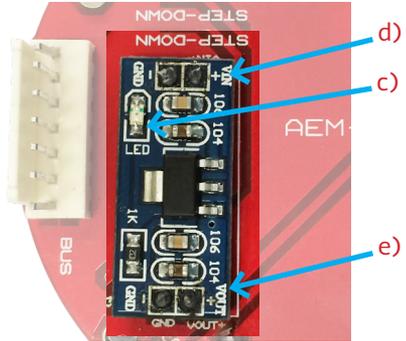
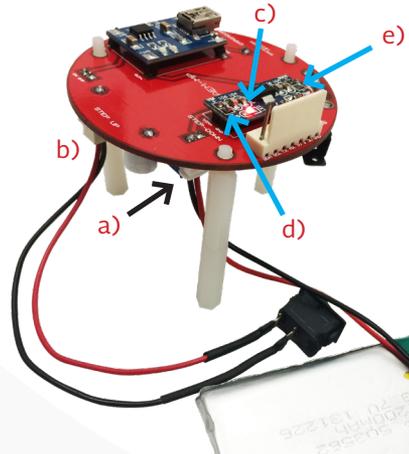


FIG.18. Regulador de voltaje ASM1117.



4.1.2. Calibración del voltaje secundario (Step-Up).

El regulador “Step-Up” LM2577 proporciona una tensión de salida variable que va desde 4V hasta los 35V (con disipación de potencia) definida por el usuario final mediante un potenciómetro de precisión según la necesidad del sistema. Para el caso de las cargas útiles del CanSat AEM-1 el voltaje recomendado es de 5V (Ver sección Módulos de carga útil “Payload”).

Un circuito “Step-up” es una fuente de alimentación conmutada cuya característica principal es entregar una tensión de salida mayor a la de su entrada a partir de un circuito convertidor DC/DC.

Para calibrar la tensión de salida se debe variar el cursor del potenciómetro de precisión (ver figura 19) con un pequeño desarmador hasta obtener el nivel de tensión deseada, midiendo el valor de la salida con un multímetro en las terminales “Out +” y “Out -”.

NOTA: Se debe ajustar la salida para un nivel de 5V en la mayoría de las cargas útiles, a menos que se especifique lo contrario.

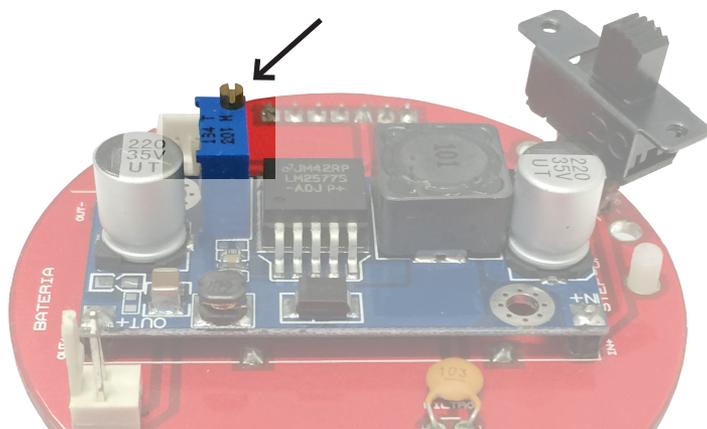


FIG 19.

Regulador conmutado Step-Up LM2577. En el recuadro naranja se muestra el potenciómetro de precisión que se debe ajustar para obtener la salida de voltaje deseada (5V recomendado para las cargas útiles PL-01 y PL-02).

4.1.3. Recarga de la Batería.

El módulo TLIP1330 es un cargador de baterías de litio polímero (LiPo) que, mediante la tensión proporcionada vía un conector mini-USB, recarga la batería.

Para cargar la batería se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Despolarizar el CanSat. (posición del interruptor de encendido en "OFF").
2. Colocar el interruptor en modo carga.
3. Conectar el cable Mini USB-USB a un puerto USB de un ordenador y al puerto Mini USB del cargador
4. El cargador encenderá un LED rojo, el cual indica el inicio del proceso de carga.
5. Dejar cargando de 3 a 4 horas (dependiendo del nivel de la batería).
6. El cargador encenderá un LED azul, el cual indica el final del proceso de carga.
7. Desconectar el cable Mini USB-USB.
8. Colocar el interruptor en modo "Operación".
9. Encender el CanSat para verificar que la carga se realizó correctamente. Ver figura 20.

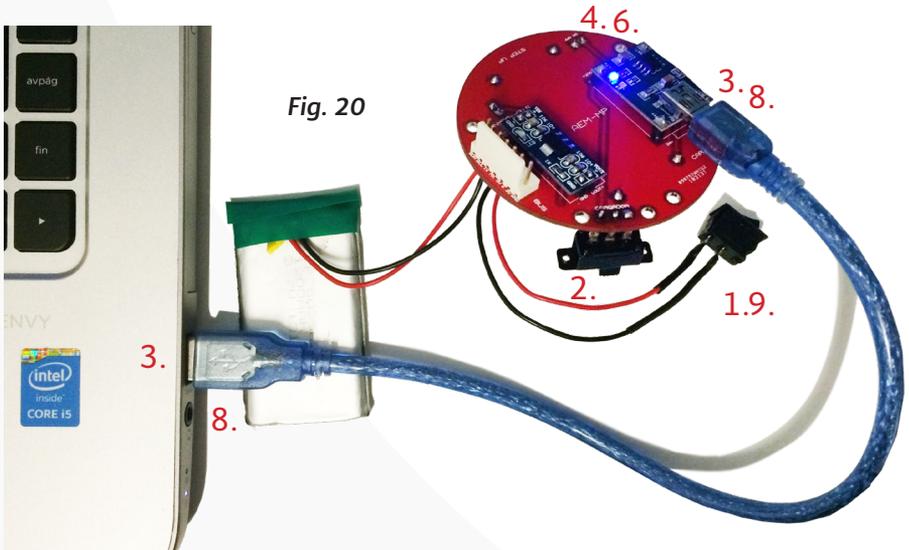


Fig. 20

4.2. VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE COMPUTADORA DE VUELO CV EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO I2C

El protocolo principal de comunicación que utiliza el CanSat es I²C, el cual es un estándar para facilitar el intercambio de información entre distintos dispositivos de forma serial y sincrónica.

Para asegurar que el sistema de comunicación está funcionando correctamente realice los siguientes pasos:

1.- Conecte la CV al puerto USB de la computadora mediante un cable FTDI a 3.3V con la orientación correcta (BLK= Negro y GRN=Verde). Ver figura 21.

NOTA:

Verificar el modelo de Arduino, para poder conectar el cable FTDI de manera correcta.

Algunos modelos de arduino, pueden estar diseñados con los pines invertidos.

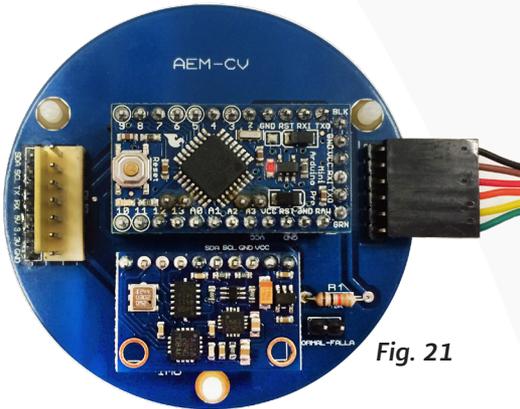


Fig. 21

2.- Abra el IDE de Arduino y posteriormente seleccione herramientas/ placa/Arduino pro o mini pro, así como el puerto COM asignado al dispositivo.

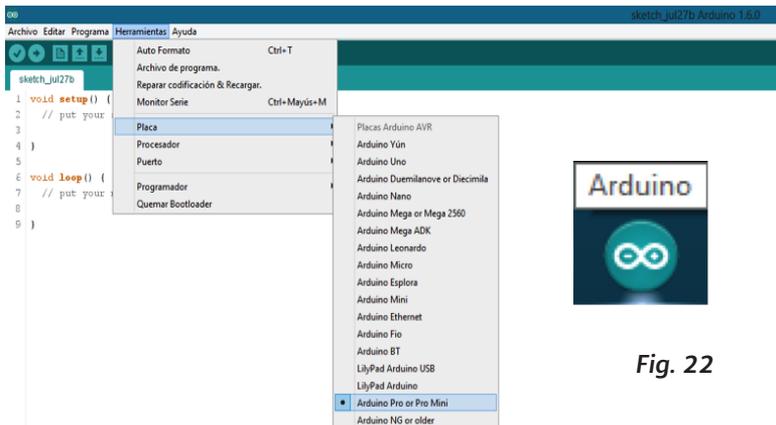
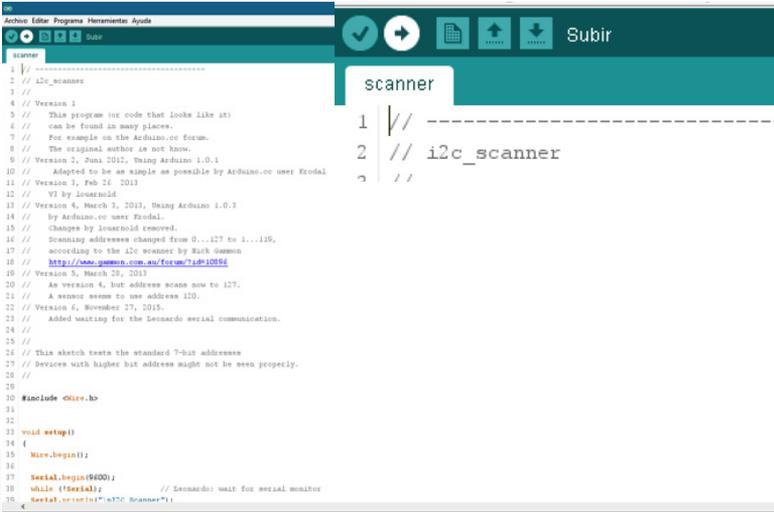


Fig. 22

3.- Cargar el programa denominado "Scanner".

Fig. 23



4.- El programa escaneará las direcciones de cada uno de los dispositivos esclavos que estén conectados al bus que controla la CV y el resultado se puede apreciar en la siguiente captura de pantalla.

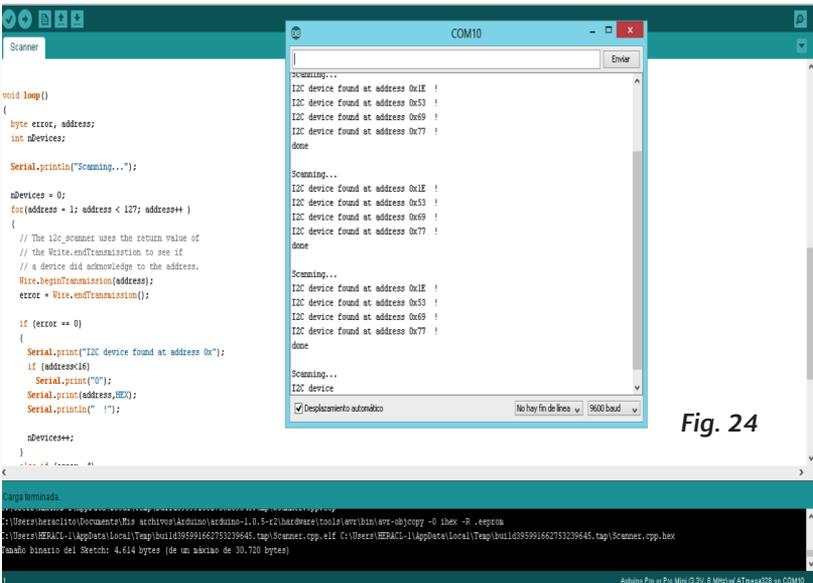


Fig. 24

4.2.1. Reprogramación de la computadora de vuelo.

Para reprogramar la Computadora de vuelo es necesario tener el módulo AEM-CV fuera de la estructura, contar con un cable FTDI 3.3V y seguir los siguientes pasos:

1.- Cargar las bibliotecas necesarias para el funcionamiento de los diferentes sensores. Para esto se deben copiar las siguientes bibliotecas a la carpeta de "libraries" ubicada dentro de la carpeta de instalación del IDE de Arduino:

- ADXL345-Accelerometer.
- Adafruit-BMP085.
- HMC5883L-Magnetometer.
- L3G4200D-Gyroscope.
- TinyGPS.

Es importante mencionar que cada biblioteca debe copiarse de manera independiente dentro de la carpeta de "libraries" de Arduino.

En caso de requerir mayor información, se puede consultar el siguiente vínculo: ["libraries"](#)

2.- Retirar el microcontrolador Arduino pro Mini del zócalo del módulo AEM-CV.

3.- Abrir el código pertinente para la reprogramación (cv_cansataem_01).

4.- Conectar el cable FTDI con la orientación correcta.
Ver figura 13.

- GRN=Verde,
- TX=Amarillo,
- RX=Naranja,
- VCC=Rojo,
- GND=Café,
- BLK= Negro



Fig. 25



Fig. 26

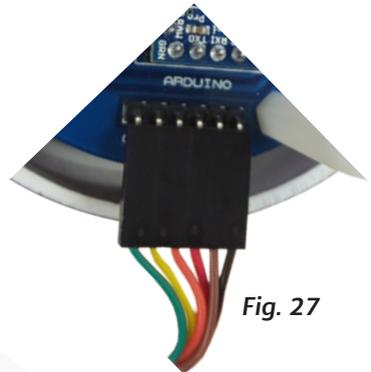
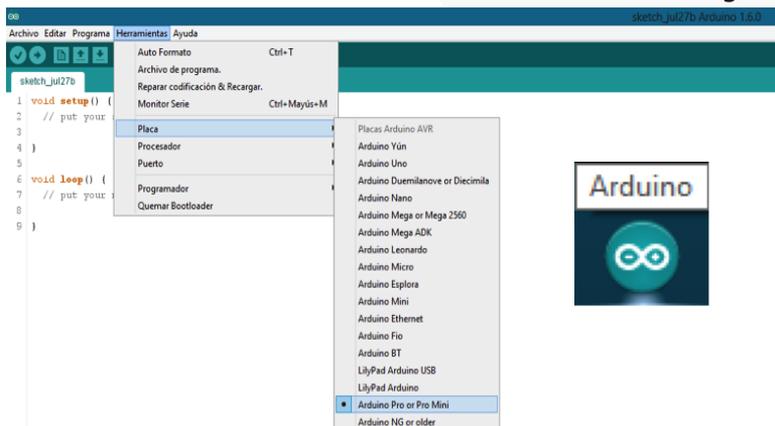


Fig. 27

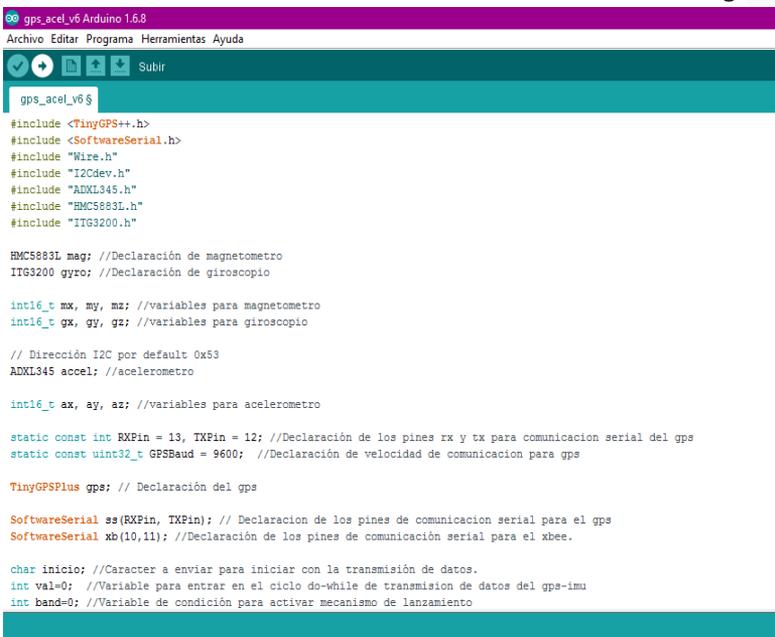
5. Abra el IDE de Arduino y posteriormente seleccione herramientas/placa/Arduino pro o mini pro, así como el puerto COM asignado al dispositivo.

Fig. 28



6. Dar clic en el botón subir.

Fig. 29



7. Esperar a que el programa se cargue en el microcontrolador de la tarjeta Arduino y el programa indique que ha terminado.

```
// Dirección I2C por default 0x53
ADXL345 accel; //acelerometro

int16_t ax, ay, az; //variables para acelerometro

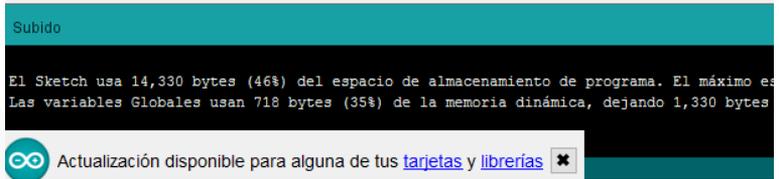
static const int RXPin = 13, TXPin = 12; //Declaración de los pines rx y tx para comuni
static const uint32_t GPSBaud = 9600; //Declaración de velocidad de comunicacion para

TinyGPSPlus gps; // Declaración del gps

SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin); // Declaracion de los pines de comunicacion serial par
SoftwareSerial xb(10,11); //Declaración de los pines de comunicación serial para el xbe

char inicio; //Caracter a enviar para iniciar con la transmisión de datos.
int val=0; //Variable para entrar en el ciclo do-while de transmision de datos del gps
int band=0; //Variable de condición para activar mecanismo de lanzamiento
```

Fig. 30



8. Colocar la tarjeta del microcontrolador Arduino Pro Mini en el zócalo del módulo AEM-CV.



Fig. 31

4.3. VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN TL

4.3.1. Configuración de los módulos Xbee.

Los módulos Xbee Pro S2B necesitan ser configurados mediante el programa XCTU. Este software es una aplicación desarrollada por DIGI International para la configuración de los módulos.



Fig. 32

Para la correcta comunicación entre ambos módulos (“Coordinator” y “Router”) es necesario que sean configurados los siguientes parámetros:

PAN ID: (“Personal Area Network”, por sus siglas en inglés) es un número identificador de la red, sólo los dispositivos con el mismo identificador podrán comunicarse.

DH: (“Destination Address High”) es la primera mitad de la dirección de destino formado por un número de 32 bits.

DL: (“Destination Address Low”) es la segunda mitad de la dirección de destino, que de igual manera está conformada por 32 bits.



Fig. 33

La conjunción de DH y DL forma un número de 64 bits que se le conoce como direccionamiento de destino, el cual corresponde al un número de serie que lo establece la fábrica y no se puede cambiar. Este número se encuentra guardado en dos variables de 32 bits cada una (SH y SL) y es único.

4.3.2. Materiales necesarios para realizar la configuración de los Xbee Pro S2B.

- Software XCTU versión 6.1.3 en adelante. ([Ver instalación](#))
- Dos radios Xbee Pro S2B.
- Una tarjeta Xbee Xplorer USB.
- Un cable USB a mini USB.

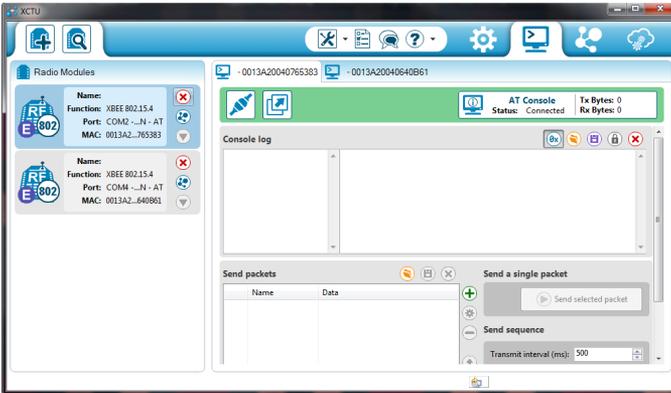


Fig. 34



Fig. 35



4.3.3. Configuración de Xbee Router y Coordinator.

Los pasos para la configuración de un radio Xbee en modo “Router” o modo “Coordinator” son los siguientes:

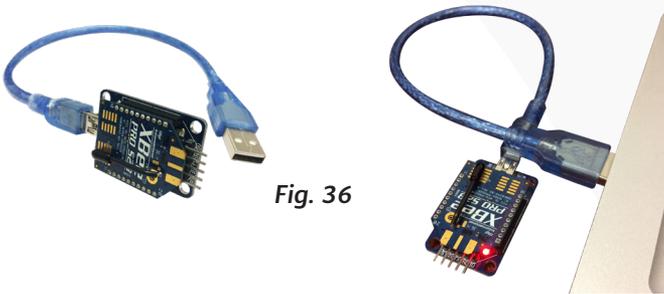


Fig. 36

1.- Conectar el Xbee Xplorer USB y el Xbee Pro 2SB al puerto USB.

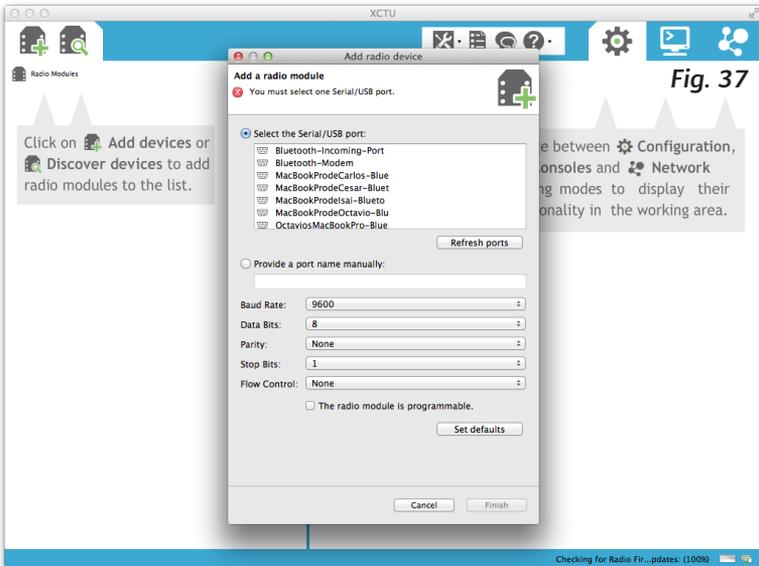
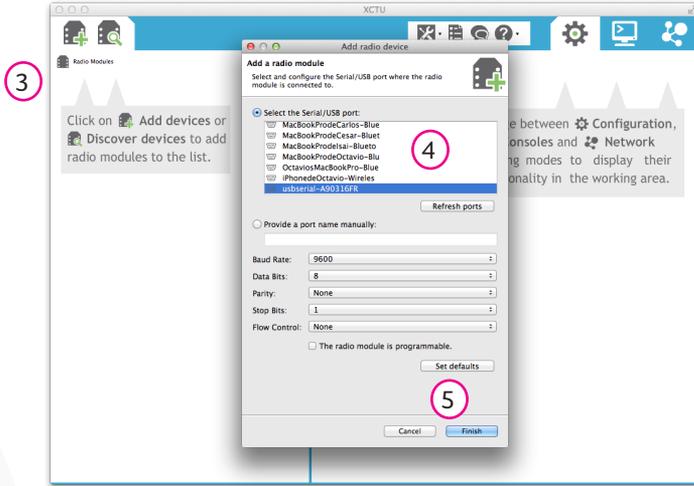


Fig. 37

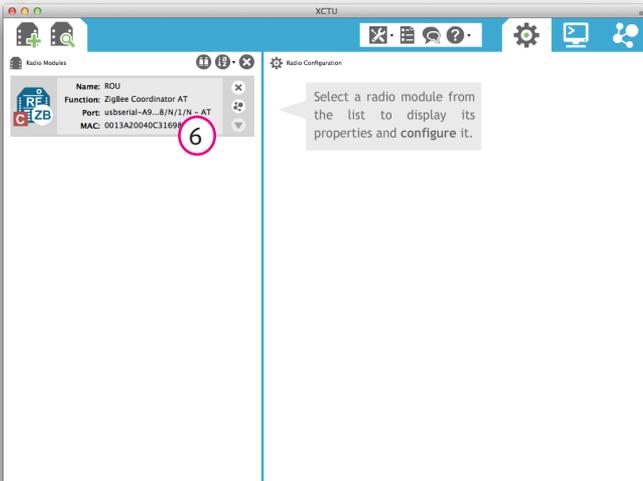
- 2.- Abrir la aplicación XCTU.
- 3.- En la barra de menú seleccione la opción añadir dispositivos.
- 4.- Seleccionar el puerto COM adecuado.

Fig. 38



- 5.- Dar "clic" en el botón "Finalizar".
- 6.- Dar "clic" en el ícono conectar.

Fig. 39



7.- Posteriormente para configurar los parámetros seleccione la opción “Modo de configuración de trabajo”.

8.- Seleccionar y dar “click” en el icono “Actualizar firmware”.

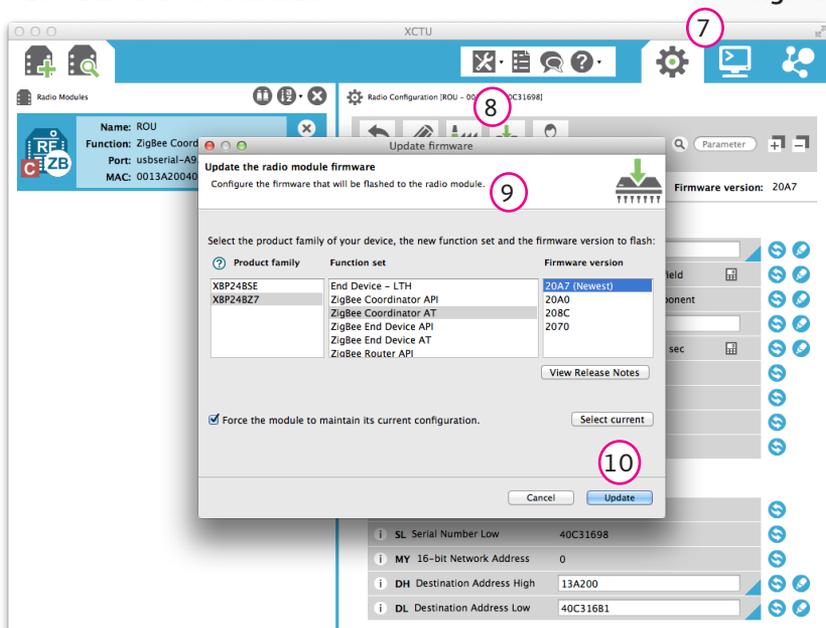
9.- Se desplegará una ventana donde se encuentran los siguientes campos:

- Familia del producto.
- Configuración de función y versión del firmware.

En “configuración de función” seleccionar la opción “ZigBee Router AT” o “ZigBee Coordinator AT” según se esté configurando, y seleccione en “Versión de firmware” la opción más actual.

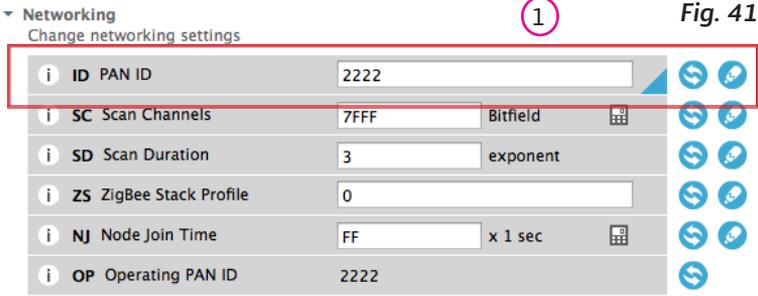
10.- Dar “clic” en actualizar.

Fig. 40



4.3.4. Configuración de Parámetros Xbee Router y Coordinador.

1.-El parámetro PAN ID se ingresa el número del identificador, el cual es seleccionado por el usuario.

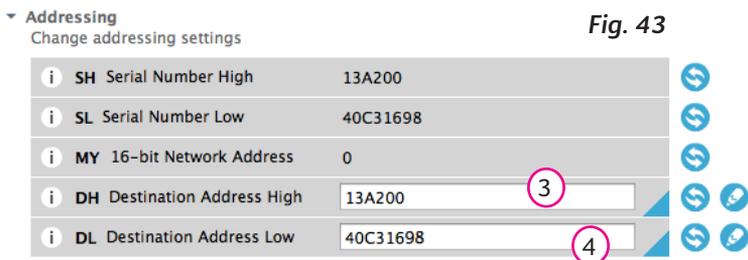
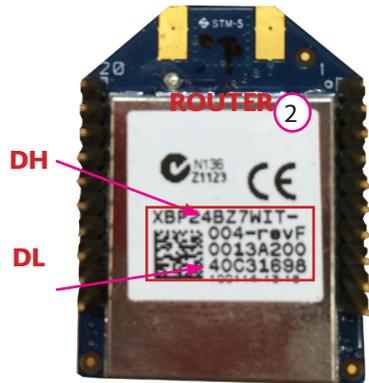


2.- El DH y DL se encuentran en la parte posterior del Xbee.

3.- Seleccione la opción “Destination Address High” e ingrese el parámetro.

4.- Seleccione la opción “Destination Address Low” e ingrese el parámetro.

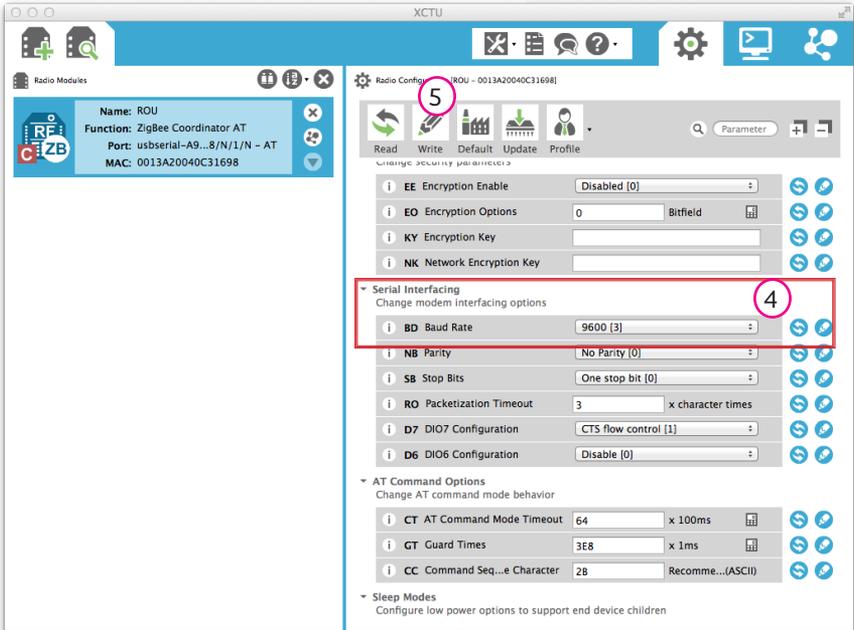
Nota: La configuración del Xbee “coordinador” debe llevar la dirección DH y DL del radio “router” y viceversa.



4.- Verifique en la sección de interfaz serial que la tasa de baudios este a 9600.

5.- Dar “clik” en el icono “Write”.

Fig. 44



4.3.5. Prueba de comunicación entre el módulo de telemetría y estación terrena.

Para realizar una primer prueba de comunicación entre los módulos Xbee se utilizará el receptor GPS con su antena, de tal manera que se envíe la información de GPS de un radio a otro.

Para esto se realizan los siguientes pasos:

1.- Polarizar el módulo de telemetría, conectando el módulo de potencia, mediante un cable molex de 7 pines hembra-hembra, y el switch del sistema en “apagado”.

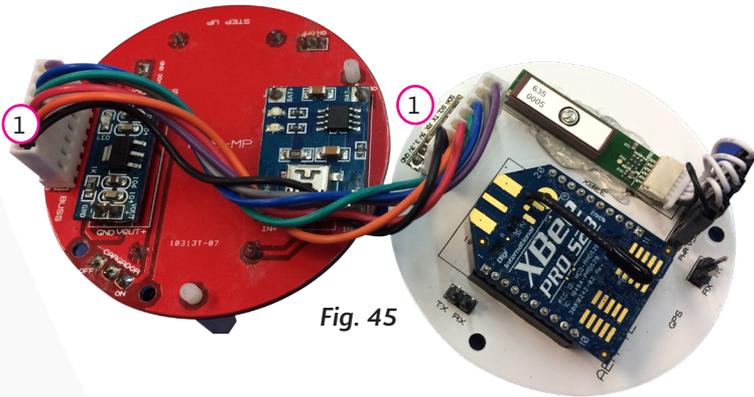


Fig. 45

2.- Conectar la terminal Tx del receptor GPS (A) a la terminal Rx del radiotransmisor Xbee (B).

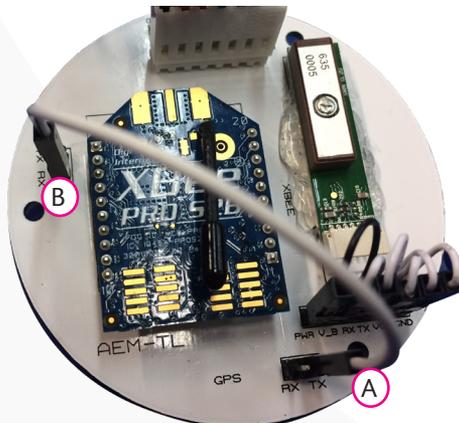
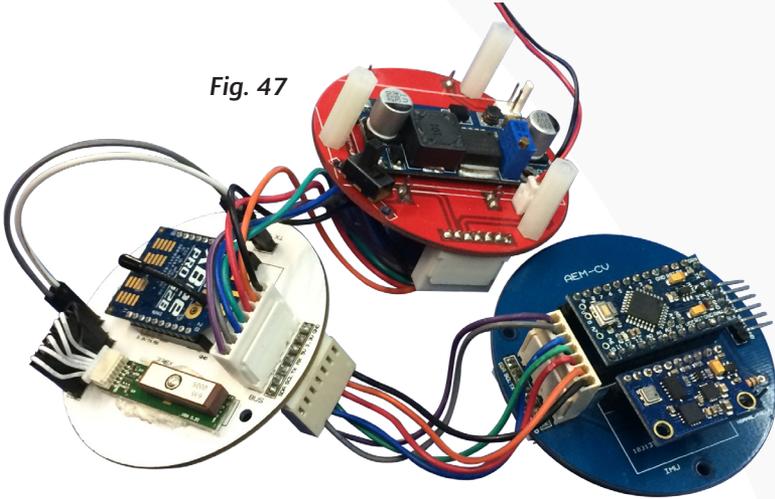


Fig. 46

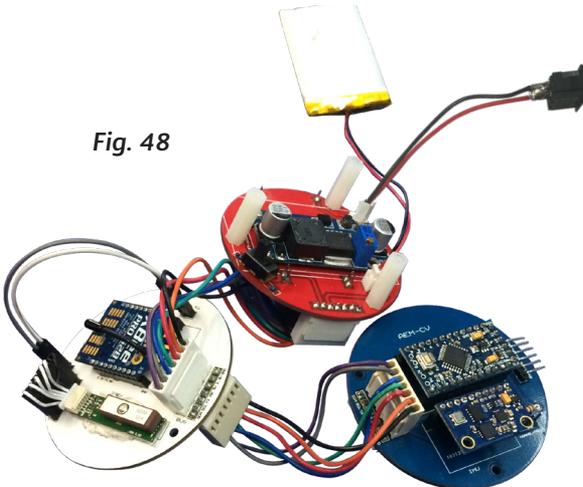
3.- Conectar los módulos de Potencia, Computadora de Vuelo y Telemetría, con cable molex de siete pines al bus de comunicación.

Fig. 47



4.- Conectar la batería al módulo de potencia y conectar el switch del sistema.

Fig. 48



5.- Abrir el IDE de Arduino, dar “clic” en herramientas y seleccionar la opción puerto serial.

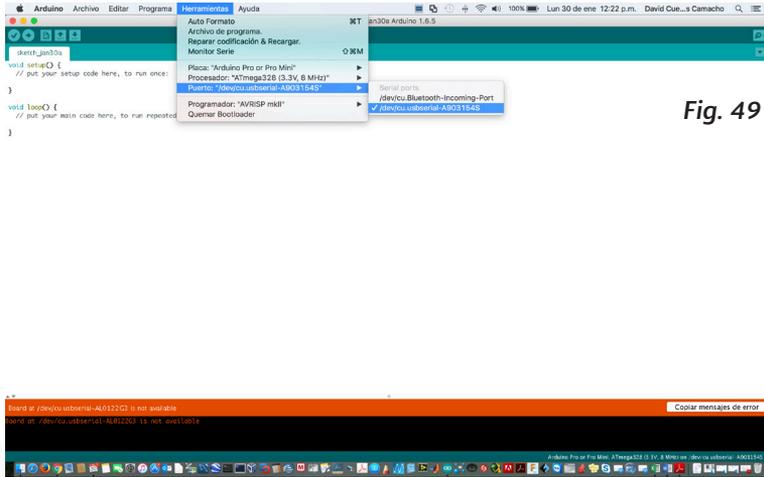


Fig. 49

6.- Abrir el monito serial (A), encender el sistema mediante el switch, y verificar que se estén recibiendo los datos inalámbricamente.

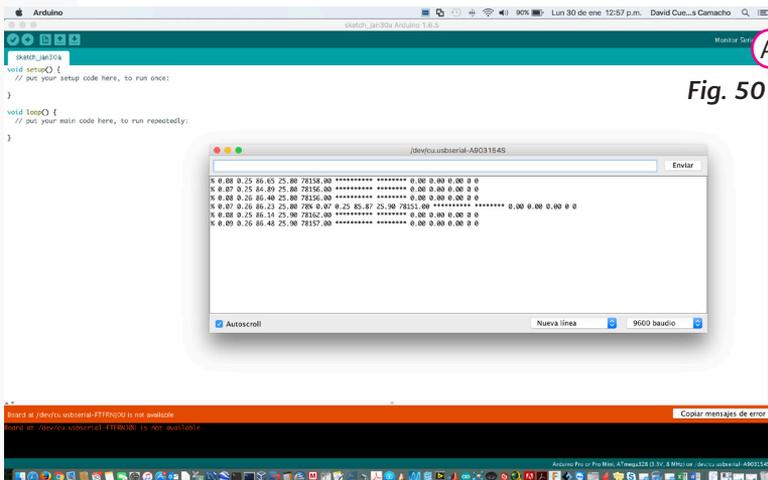


Fig. 50

También se puede utilizar una terminal para abrir una comunicación serial y verificar que se recibe la información.

Es importante señalar que el orden de montaje de las tarjetas de la plataforma es indistinto, sin embargo se recomienda que en la parte más baja se coloque la tarjeta con el subsistema de alimentación eléctrica (MP), a continuación la tarjeta PCB dónde se localiza la computadora de vuelo (CV) y en la parte superior la tarjeta del subsistema de telemetría (TL).

Se debe tener cuidado con la batería LiPo, debiendo colocarse en la parte baja, de tal manera que al momento de introducir el dispositivo armado en la estructura cilíndrica, la batería se disponga sin obstrucción de ningún tipo y quede junto a la tarjeta de MP.

La siguiente serie fotográfica muestra la disposición para el armado de la plataforma del dispositivo Cansat AEM 1.

En la parte superior se colocará la tarjeta de cada carga útil a utilizar, permitiendo disponer de espacio y opciones de configuración acorde a las necesidades de cada carga útil que se pretenda colocar para desempeñar una misión.

Paso 1:

Colocar los separadores en los orificios del módulo de potencia por la parte inferior.

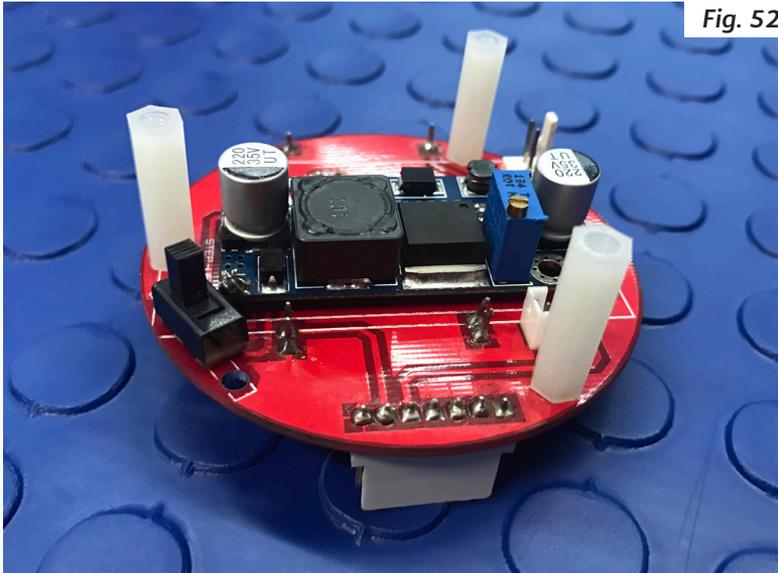


Fig. 52

Paso 2:

Atornillar los separadores por la parte superior.

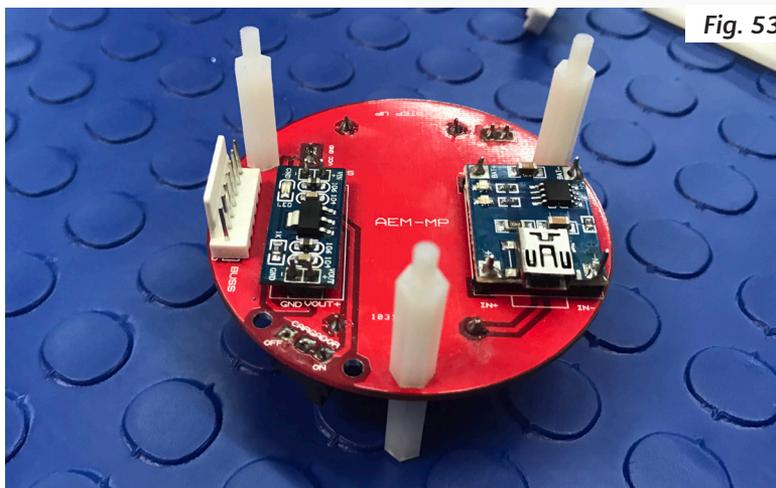


Fig. 53

Paso 3:

Conectar el cable Molex de siete pines en el conector macho tipo Molex que se encuentra en la placa.

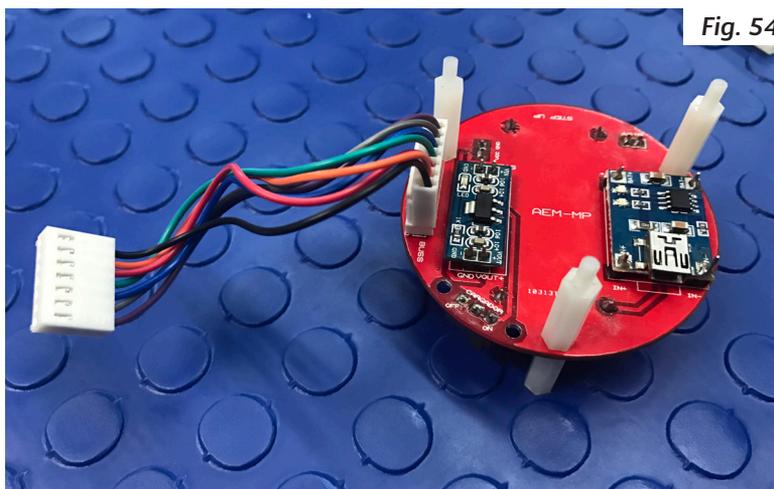


Fig. 54

Paso 4:

Conectar la placa del módulo de computadora de vuelo (CV) con el cable Molex, verificar que los cables vayan en el orden correcto de GND a GND y SDA a SDA.

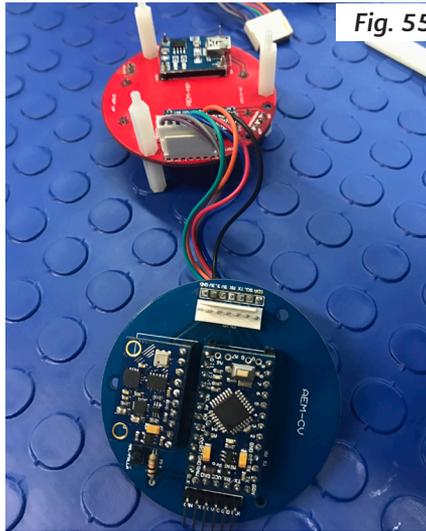


Fig. 55

Paso 5:

Colocar la placa PCB cuidando la orientación proporcionada por los orificios, y procurando que el cable Molex no sea presionado por algún componente o la placa misma. En caso de que el cable quede muy presionado se recomienda utilizar dos separadores en lugar de uno o separadores de mayor longitud, lo que proporciona mayor espacio.

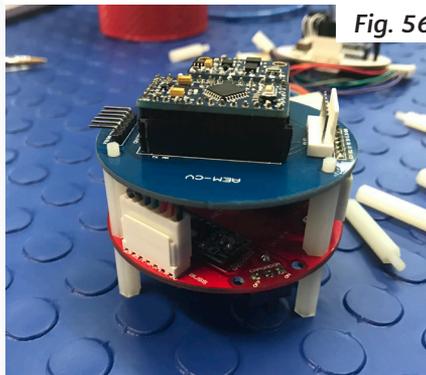


Fig. 56

Paso 6:

Atornille el siguiente separador para colocar la tarjeta PCB del módulo de telemetría (TL).

La conexión de cables del bus lógico y de potencia con los conectores molex se muestra en la figura.

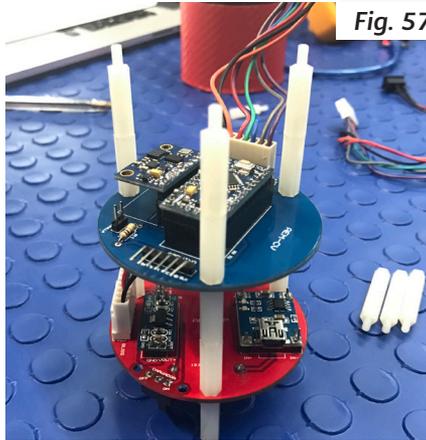


Fig. 57

Paso 7:

Conecte el módulo de telemetría al cable Molex de 7 hilos en uno de sus extremos.

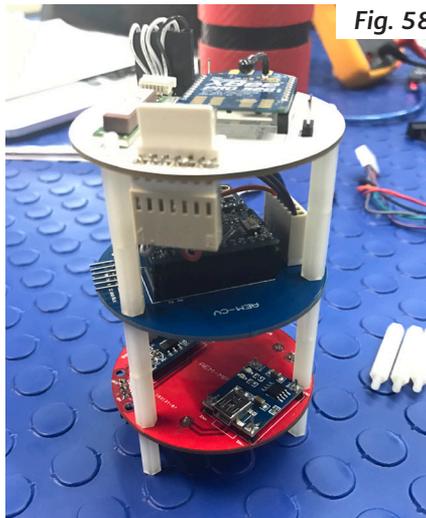
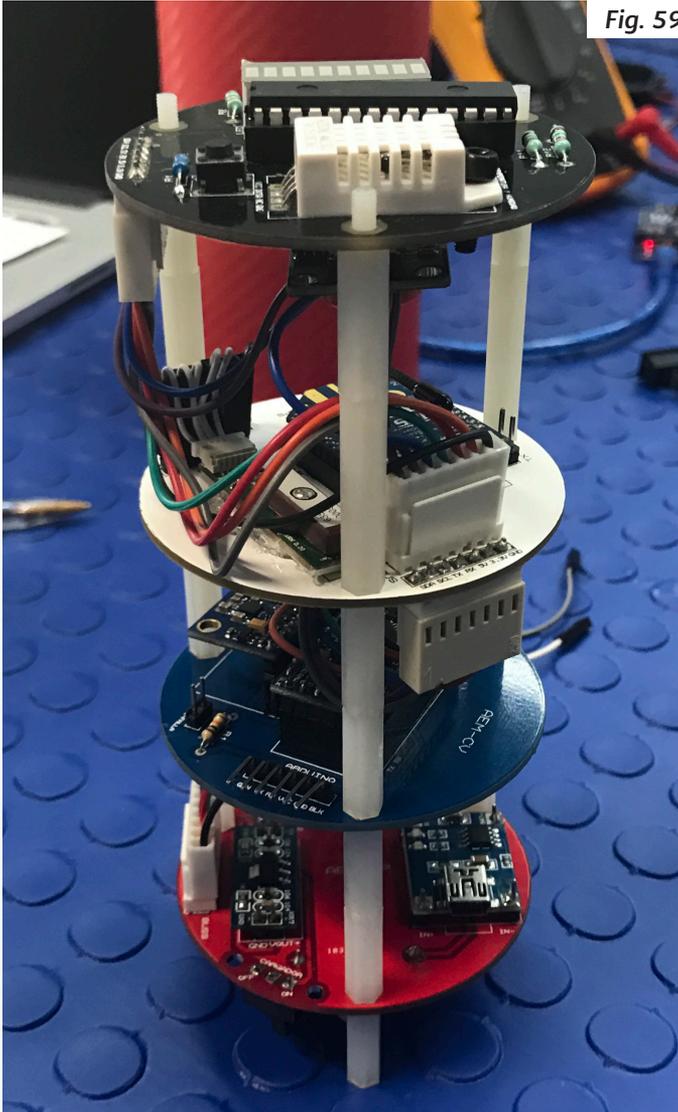


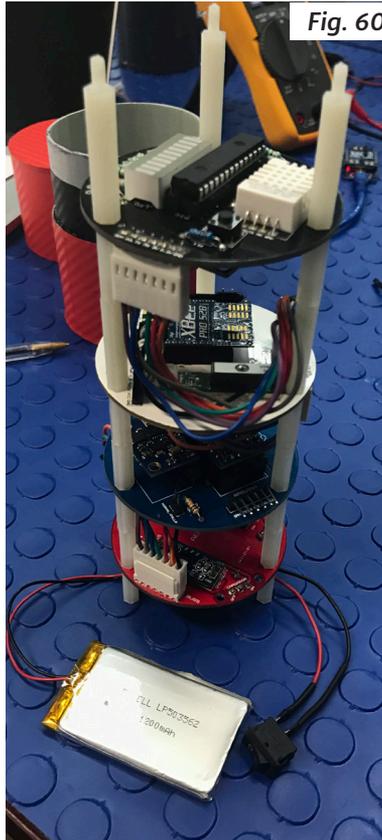
Fig. 58

Paso 8:
Ensamble el módulo y con otros separadores fije la placa PCB.



Paso 9:

Verifique nuevamente que todo esté bien conectado y que los cables Molex no estén siendo presionados por las placas.



Nota: No debe forzarse el ensamble ya que podría causar algún mal funcionamiento tanto de tipo mecánico como eléctrico.

El resultado debería verse como el que se muestra en la figura.

El ejemplo mostrado aquí no es la única configuración en que puede armarse el Cansat AEM 1, sin embargo, se ha hecho y se recomienda realizarlo de esta forma para facilitar la integración de los subsistemas de manera inicial.

ELABORADO POR:



Brandon Enrique Salazar Quintero.

Estadía profesional en la AEM.
Universidad Politécnica de Chiapas.

Brandón es actualmente pasante de la carrera de Mecatrónica por parte de la Universidad Politécnica de Chiapas, como parte de su formación académica, ha participado en diferentes proyectos:

Participó en el proyecto “5 S’s” de la Agencia Euromotriz CHESSA NISSAN, aplicando protocolos de verificación para seguridad y organización del área de hojalatería y pintura.

Realizó una estancia en la Universidad Politécnica de Chiapas, dentro del Proyecto de “Normatividad dentro de las áreas asignadas”, que consiste en la revisión de estructuras y equipamiento de talleres, para el cumplimiento de la normatividad STPS.

Realizó su servicio social, en la Contraloría Municipal, realizando la verificación de expedientes técnicos de las siguientes áreas:

- Servicios públicos.
- Obras públicas.
- Procedimientos administrativos.

Actualmente realiza una estadía industrial, dentro de la Agencia Espacial Mexicana, en el área de formación de Capital Humano Especializado en el Campo Espacial, donde realiza la revisión, armado y verificación del diseño del CANSAT AEM-1, así como la revisión y rediseño de estación terrena.

REVISIÓN DE CONTENIDOS:



Ing. Blanca Rebollar Trejo.

Directora de Formación de Capital Humano Especializado en el Campo Espacial.
Agencia Espacial Mexicana.

Ingeniera en Electrónica con Especialidad en Dirección y Desarrollo de Negocios y en Administración de Proyectos.

Actualmente se desempeña como Directora de Formación de Capital Humano Especializado en el Campo Espacial en la Agencia Espacial Mexicana.

Cuenta con más de 20 años de experiencia en la planeación, puesta en marcha y operación de diversos proyectos nacionales de comunicación vía satélite en la iniciativa privada y en el gobierno.

Entre estos proyectos se incluyen:

- SKY (Sistema de TV directa al hogar vía satélite) del Grupo Televisa.
- La red de televisión educativa RED EDUSAT.
- Sistema Nacional e-México.
- La conexión de las Redes Estatales de Educación, Salud y Gobierno de la SCT a la Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha.

DISEÑO EDITORIAL:



Lic. Octavio García Arellano.

Subgerente de Integración y Seguimiento de Proyectos Educativos.
Agencia Espacial Mexicana.

Licenciado en Diseño Gráfico, titulado con mención honorífica, de la Facultad de Estudios Superior Acatlán de la UNAM.

Ha colaborado con la Agencia Espacial Mexicana desde Octubre de 2013, como Subgerente de Integración y Seguimiento de Proyectos Educativos, dentro de la Dirección de Formación de Capital Humano Especializado en el Campo Espacial.

Ha participado en la realización de diferentes proyectos, como:

- La elaboración de 3 manuales de dispositivos CanSat
- El diseño instruccional del curso “Ingeniería de Sistema Espaciales: Aplicado a una misión CanSat” impartido por la Agencia Espacial Mexicana, mismo que está dirigido a profesores de nivel superior.
- Diseño objetos de aprendizaje en línea.
- Coordinación de lanzamientos CanSat utilizando drones y cohetes propulsados por agua.
- Ha colaborado con la organización del Certamen Nacional “Misiones Espaciales México” de la Agencia Espacial Mexicana.

Coordinación de Formación de
Capital Humano en el Campo Espacial

Dirección de Formación de
Capital Humano Especializado
en el Campo Espacial

AEM

**AGENCIA ESPACIAL
MEXICANA**