



צ ב א ן טכנולוגיות ואלקטרוניקה בע"מ



חוברת הדרכה
למנהלי פרויקטים

ערך: ניר צ'אושו	תאריך: 28.11.24	חתימה:
אושר ע"י גרשון צ'אושו	תאריך: 28.11.24	חתימה:

תוכן העניינים

1.	כללי	5
2.	שיקולי תכנון בסיסיים	5
2.1	חווטים:	5
2.1.1	חווטים - שיקולי תכנון ובחירת חווטים:	7
2.2	ממסרים	9
2.3	מחברים	11
2.3.1	מחברים צבאיים עגולים מסדרת D38999:	12
2.3.2	מחברים מסוג D-TYPE:	14
2.3.3	מחברים מסוג 96 \ 160 DIN:	15
2.3.4	מחברים קואקסיאליים COAX:	16
2.3.5	מחברי SCSI \ SAMTEC \ NICOMATIC:	16
2.3.6	עוזרים למחברים BACK SHELLS, BOOT ADAPTORS:	17
2.4	פסי חיבור TERMINAL BLOCK:	19
2.5	ספקי כוח DC:	19
2.6	מעבר חווטים בהרכבות:	22
2.7	סימונים בהרכבות:	26
2.7.1	פנלים (קדמי, אחורי, צדדים, מגש, מכסה):	26
2.7.2	כרטסת:	26
2.7.3	מרכיבים קנויים \ הרכבות ביניים:	27
2.8	תכנון כרטיס WW \ כרטיס ערוך:	29
2.8.1	ייצור כרטיסי WW:	30
2.8.2	ייצור כרטיס ערוך:	30
3.	רתמות	31
3.1	תכן מכאני לרתמה – מבנה צמה:	32
3.2	אמצעי פיצול והעברה CRIMP SPLICE \ SOLDER SLEEVE ותפקידם:	33
3.2.1	אמצעי פיצול מסוג SOLDER SLEEVE WIRE SPLICE:	34
3.2.2	אמצעי פיצול מסוג MINI SEAL CRIMP SPLICE:	35
3.3	רתמות – סוגי חווטים והתאמתם למחברים:	36
3.4	כיסויי צמות (רשת, DR, סיכוך):	37
3.4.1	כיסויי רשת Cable Braid Expandable:	38
3.4.2	כיסויי גומי מסוג DR-25:	39
3.4.3	כיסויי הגנה מפני רעשים – סיכוך מתכתי:	41
3.5	סימונים (החתמות):	42
3.6	תיעוד רתמה:	44
3.7	תהליך פריסת צמה:	47
3.8	בדיקת צמות (שקיעת פינים, מכשיר מגר ושימושיו, DITMIKO ושימושיו):	47
3.8.1	בדיקת שקיעת פינים:	47
3.8.2	בדיקת רציפות:	47
3.8.3	בדיקת איכות הבידוד (בדיקת פריצה):	47
3.8.4	דיטמיקו (ציוד בדיקה לרתמות):	47
3.9	יציקת מחברים:	48
4.	תיעוד	49
4.1	פריט:	50
4.2	הרכבה:	51
4.2.1	הרכבה ריכוזית היררכית:	51
4.2.2	הרכבה אלקטרונית:	51
4.2.3	הרכבה מכאנית:	51

51	4.2.4 רתמה:
51	4.2.5 הרכבה ראשית ECPK :
	4.3 עץ מוצר – הגדרה ותכנון מבנה העץ. 52
	4.4 כיצד מתעדים הרכבה. 57
58	4.5 הנדסת תצורה למוצר (ECO) דירוג גרסאות , מתי משתנה המק"ט (כלל ה- FFF) .
58	4.6 מסמכים נלווים לתיעוד:
59	4.7 נוהל חתימות על שרטוטי תיעוד:
60	5. מכאניקה – הגדרת תכן מכאני \ בדיקת תכן מכאני
	5.1 הגדרת ארון: 61
61	5.1.1 גובה הארון :
61	5.1.2 עומק הארון:
61	5.1.3 רוחב הארון:
61	5.1.4 גלגלים לארון:
61	5.1.5 דפנות הארון:
62	5.1.6 גג \ רצפה של ארון:
62	5.1.7 דלת קדמית ואחורית של הארון:
62	5.1.8 צבע הארון:
62	5.1.9 פסי התקנה בארון:
63	5.2 מיקום המוצרים בארון , נגישות :
64	5.2.1 חלוקת הארון ע"פ אזורים:
65	5.2.2 דוגמאות למבנה ארון :
67	5.3 נגישות למרכיבים בהרכבות :
68	5.4 מסילות , פסי L הסבר כללי ושיקולי תכנון.
69	5.5 פתחי מוצא לכבלים – מברשות , פנל חיבורים
70	5.6 אוספי כבל בארון – משמעויות בתכנון
71	5.7 תעלות , אביזרים לארונות
72	5.8 מגרות לארונות 19" – הסבר על המימדים , עומקים , גבהים
73	5.9 הגדרת מבנה התיבה , שרטוטי LAY OUT , מיקום מוצרים ודוגמאות
76	5.10 קשיחים – הסבר ככלי על כל סוג (PRESS NUT , DSOS , STUD)
76	5.10.1 STUD:
76	5.10.2 DSOS:
77	5.10.3 PRESS NUT : אום נעוצה
77	5.10.4 STANDOFFS - ספייסר מובנה :
78	5.11 אוורור , פיזור חום:
78	5.11.1 שיטת הסעת חום FORCED CONVECTION :
78	5.11.2 שיטת קירור עצמי FREE AIR CONVECTION :
79	5.12 עדכון רשימות זווד – בדיקה מחודשת של התכן המכאני - רענון
79	5.13 התאמת התכן המכאני לדרישות תנאי סביבה
	6. חשמל \ מתח גבוה 80
81	6.1 מוצרי שליטה ובקרה וחיבור למתחי הרשת :
81	6.1.1 מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מאמ"ת \ חצי אוטומט) Miniature Circuit Breaker MCB:
82	6.1.2 ממסר פחת:
83	6.1.3 סליל הפסקה – SHUNT TRIP :
83	6.1.4 מפסק חירום EMERGENCY SWITCH :
84	6.1.5 הגנה מפני רעשים - פילטרים:
84	6.1.6 הגנה מפני ברקים – VARISTORS :
84	6.1.7 מחברי חשמל :
86	6.1.8 חוטי חשמל :
87	6.2 הנחיות ושיקולי תכנון בחשמל :
88	6.3 סימונים ואזהרות בחשמל:

89..... SELF TEST – בדיקה עצמית

89..... 7.1 כללים עקרוניים

רשימת קיצורים :

ATE	Automatic Test Equipment
ATP	Acceptance Test Procedure
ATR	Acceptance Test Results
CDR	Critical Design Review
CMMI	Chaban Man Machine Interface
FAT	First Article Test
GP	General Purpose (board)
GUI	Graphical User Interface
ICD	Interface Control Document
ITA	Interchangeable Test Adapter
LLI	Long Lead Items
LRU	Line Replaceable Unit
O.U	Operating Unit
PS	Power Supply
PDR	Preliminary Design Review
S/N	Serial Number
SDP	Software Development Plan
SOW	Statement Of Work
SPTE	Special Test Equipment
SRD	Software Requirements and Design
S.T	Self Test
STD	Software Test Description
STE	Shelf Test Equipment
SVD	Software Version Description
TB	Terminal Block
TRD	Test Requirement Definition
UUT	Unit Under Test
WW	Wire Wrap
PCB	Printed Connection Board
ECO	Engineering Change Order

1. כללי

מטרת חוברת ההדרכה להעניק ידע בסיסי \ מעמיק בנושאים שונים הקשורים לייצור , פיתוח של מוצרים שונים.

שיקולי תכנון בסיסיים.

1.1 חוטים:

- בשוק האלקטרוניקה קיים מגוון רב של חוטים , להלן מספר דוגמאות לסוגי חוטים נפוצים :
- א. חוטי חשמל .
 - ב. חוטים לשימוש במוצרים אזרחיים.
 - ג. חוטים לשימוש במוצרים רפואיים.
 - ד. חוטים לשימוש במוצרים צבאיים.
 - ה. חוטים בעלי תווי תקן ייחודיים.
 - ו. כבלי תקשורת מסוג CAT5-CAT7 (כבלי ETHERNET).
 - ז. חוטים קואקסיאליים (להעברת אותות וידאו \ אותות מתואמים אימפדנס).

החיווט משמש להעברת : מתחים , קווי תקשורת , קווים לשימוש כללי זרם ישר DC , חיווט מתחי זרם חילופין AC ועוד.

השימוש העיקרי בחוטים בתיבות המפותחות בצבאן הינם חוטים צבאיים וחוטי חשמל בעלי תו תקן ייחודי.

היצרן והסוג העיקרי של החוטים בשימוש לחיווט מתח ישר DC הינם חוטים צבאיים של חברת RAYCHEM מסדרות 44 , 55 או בתקן צבאי MIL-DTL-27500.

חיווט מתחי AC (זרם חילופין) נעשה בחוטים ייעודיים הנקראים חוטי חשמל .

עובי החוט נמדד במספר יחידות : AWG (שיטה אמריקאית) , קוטר במ"מ , שטח ריבועי של המוליך (מ"מ רבוע) .

אנו נוהגים להשתמש במונח AWG המסומן פעמים רבות בסימן # .

בחירת החוטים נעשית ע"פ הצורך להעביר את המתח והזרם הדרוש אל היעד והמרחק ממנו.

לכל סוג חוט יש את הנתונים הטכניים המאפיינים אותו ויש להתחשב בנתונים אלו בשיקולי התכנון .
להלן מספר נתונים עיקריים בהם יש להתחשב בבחירתנו :

- 1. עובי המוליך - יקבע את התנגדות החוט ואת יכולתו להעביר זרם ותדר .
- 2. בידוד החוט - יקבע את עמידותו של החוט בתנאי העבודה (סוג הבידוד : טפלון , PVC) .
- 3. טמפרטורות עבודה של החוט.
- 4. מתח עבודה מרבי.
- 5. סיכוך היקפי – אם נדרש .
- 6. צבע החוט (הבידוד) .

חוטי חשמל (זרם חילופי) AC נקראים ע"פ קוטר המוליך , לדוגמא חוט חום 2.5mm.
חיווט בחוטי חשמל נעשה ב - 3 צבעים בלבד :

- א. חום – משמש לחיבור הפאזה PHASE (בכבלים אמריקאיים יתכן ויהיה גם שחור).
- ב. כחול – משמש לחיבור הקו החוזר - NUTRAL .
- ג. צהוב ירוק \ צהוב - משמש לחיבור הארקה GND.

יש תמיד לבצע הפרדה בצבעי החוטים של מתח ישר DC לבין מתח חלופי AC
אין לעשות שימוש במתח ישר DC בצבעי החוטים של חוטי החשמל AC

להלן מבנה טיפוסי לחוט בודד מסדרה 44 :

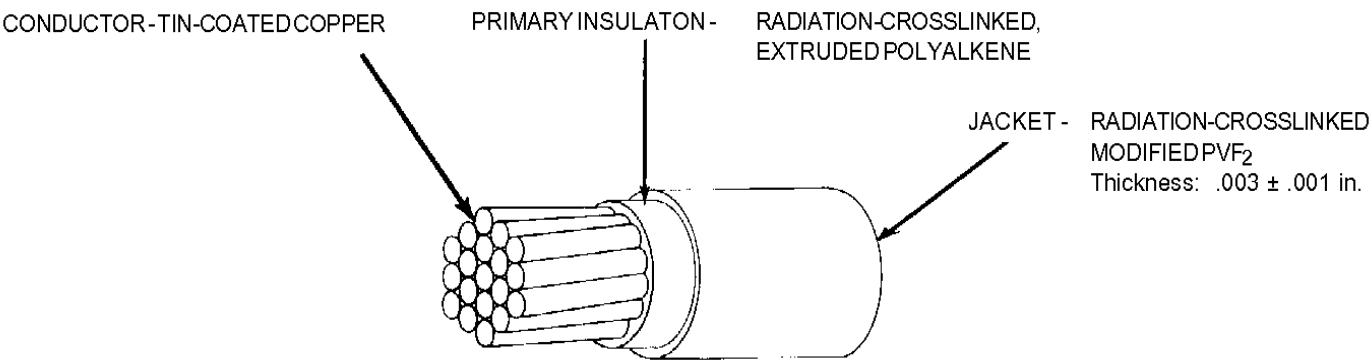
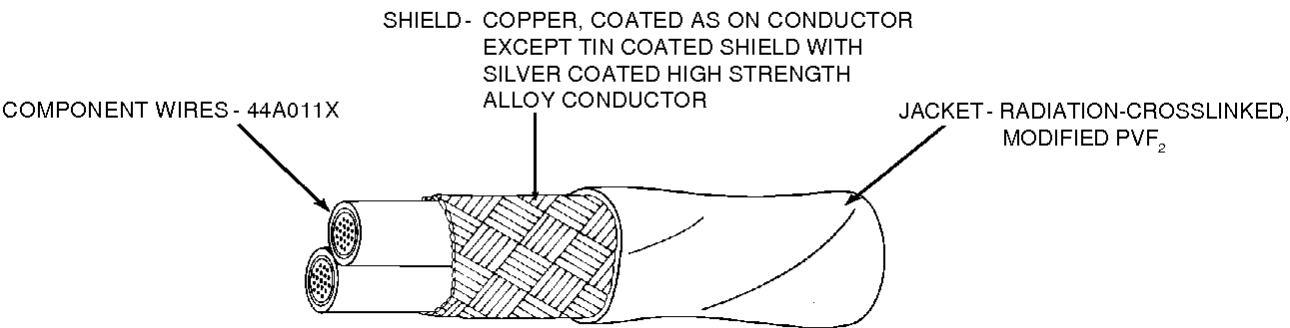


TABLE I. CONSTRUCTION DETAILS							
PART NUMBER 1/	WIRE SIZE (AWG)	CONDUCTOR STRANDING (number x AWG)	DIAMETER OF STRANDED CONDUCTOR (in.)		FINISHED WIRE		
			MINIMUM	MAXIMUM	MAXIMUM RESISTANCE AT 20°C (ohms/1000 ft)	DIAMETER (in.)	MAXIMUM WEIGHT (lbs/1000 ft.)
44A0111-26-*	26	19 x 38	.018	.021	41.3	.034 ± .002	1.4
44A0111-24-*	24	19 x 36	.023	.026	26.2	.040 ± .002	2.0
44A0111-22-*	22	19 x 34	.029	.033	16.2	.047 ± .002	3.0
44A0111-20-*	20	19 x 32	.037	.041	9.88	.055 ± .002	4.5
44A0111-18-*	18	19 x 30	.046	.051	6.23	.065 ± .002	6.8
44A0111-16-*	16	19 x 29	.052	.058	4.81	.072 ± .003	8.6
44A0111-14-*	14	19 x 27	.065	.073	3.06	.089 ± .004	13.2
44A0111-12-*	12	37 x 28	.084	.090	2.02	.108 ± .004	20.2
44A0111-10-*	10	37 x 26	.106	.114	1.26	.129 ± .004	31.1

כאשר אנו נדרשים לשלב בחיווט קווי תקשורת בתדרים שונים נשתמש בחוטים מפותלים \ שזורים הידועים בשםם הלועזי חוטי TWISTED , בחוטים שזורים יש להגדיר את עובי החוטים ואת מספרם .

בציור נראה חוט שזור המוגן גם עם סיכוך היקפי לצורך מניעת רעשים (יש לשלב סיכוך רק כאשר נדרשים)



2.1.1 חוטים - שיקולי תכנון ובחירת חוטים:

שיקולי התכנון ובחירת החוטים תעשה במרבית המקרים ע"פ הנושאים הבאים:

א. צבעים:

- 1. חיווט אותות יבוצע בחוט בצבע לבן.
 - 2. חיווט קווי אדמה יבוצע בחוט בצבע שחור.
 - 3. חיווט קווי מתחי DC יבוצע בחוט בצבע אדום.
 - 4. חיווט מתחי AC יבוצע בצבעים חום, כחול, צהוב \ צהוב ירוק בלבד.
- ב. עובי המוליך:

- 1. חיווט אותות בזרם עד 5 אמפר יעשה ע"פ רוב בחוט לבן בעובי #22 (החוט הפופולארי ביותר).
- 2. חיווט אותות בעלי זרם מעל 5 אמפר יבוצע עם חוט המותאם לזרם בתוספת של 50% (על מנת לא להגיע לקצה גבול היכולת של החוט).
- 3. במקרים בהם יש לנו מגבלה לעובי המוליך ניתן לבצע העברות בין עוביים שונים על מנת להתגבר על המכשול.
- 4. שימוש בטבלת ההתנגדויות והולכת הזרם יעשה ע"פ הצרכים.

טבלת התנגדות ויכולת הולכת זרם לחוטים בדידים:

AWG	קוטר במ"מ	שטח החתך במ"מ	סידור המוליכים בחוט בודד	התנגדות המוליך בטמפרטורה של 100 מעלות צלזיוס (1000 FEET) מקסימום	זרם מכסימלי מותר בטמפרטורה של 250 מעלות צלזיוס ביחידות אמפר	
					ברתמה סגורה	באוויר חופשי
30	0.3	0.06	7x38	116.0	0.52	0.86
28	0.38	0.09	7x36	72.0	0.83	1.4
26	0.49	0.15	7x34	45.2	1.3	2.2
24	0.64	0.24	19x36	28.4	2.1	3.5
22	0.8	0.38	19x34	22.0	5.0	7.0
20	1.02	0.62	19x32	13.7	7.5	11.0
18	1.27	0.95	19x30	6.5	10.0	16.0
16	1.47	1.23	19x29	5.15	13.0	22.0
14	1.80	1.94	19x27	3.2	17.0	32.0
12	2.51	3.77	37x27	2.02	23.0	41.0
10	2.84	4.74	37x26	1.31	33.0	55.0
8	4.29	8.6	133x29	0.734	16.0	73.0
6	5.41	13.57	133x27	0.459	60.0	101.0
4	6.60	21.55	133x25	0.290	80.0	135.0
2	8.31	33.72	665x30	0.185	100.0	181.0

טבלה זו היינה טבלה משוכללת של מספר סוגי משפחות חוטים צבאיים, בחוטים אזרחיים יש לוודא את הנתונים ע"פ נתוני היצרנים.

ג. סיכוך היקפי :

יש לשלב סיכוך היקפי במצבים בהם יש חשש לרעש אלקטרוני סביבתי ו/או הנחייה כתובה מהלקוח .

ד. קווי תקשורת :

1. מרבית קווי התקשורת באים בזוגות (תקשורת דיפרנציאלית) ולכן נשתמש בחוט מסוג TWISTED PAIR בעובי #24 או #22.
2. קווים מסוג ETHERNET יש לעשות שימוש בחוטי ETHERNET בתקן CAT5 –CAT7 בהתאם לתדר.
3. קווי LVDS – יש להשתמש בחוטי ETHERNET בתקן CAT5 –CAT7 בד"כ.
4. קווי USB – יש להשתמש בחוטי USB אשר יילקחו מכבל סטנדרטי של USB.

ה. חוטי חשמל :

1. יש לעשות שימוש בחוטים בתקן VDE (תקן ייצור גרמני) על מנת לעמוד בדרישת הלקוחות לעמידה בתקן CE .
2. הכבל הראשי לתיבה יהיה מותאם לעמידה ב- 125% מהצריכה הכללית .

ו. חוטים קואקסיאליים :

1. חיווט אותות וידאו או כל אות מתואם התנגדות.
2. קווי תקשורת מיוחדים כגון 1553 , וידאו 95 אום ועוד.

2.2 ממסרים

ממסר היינו אמצעי אלקטרו מכאני המשמש למיתוג אותות (מתג אלקטרוני).
הממסר ייבחר ע"פ יכולותיו וסוג האות אותו נרצה להעביר דרך מגעיו.
הפעלת הממסר תעשה ע"י הפעלת הסליל הנמצא בתוכו ,
ההפעלה תעשה ע"י אספקת מתח חשמלי קבוע אשר יעוררו את הסליל והממסר ישנה את מצבו,
בעת הפסקת המתח יחזור הממסר למצבו הקודם.



להלן סכמה חשמלית של ממסר :

על מנת לתאר את רגלי הממסר נשתמש בביטויים הבאים :

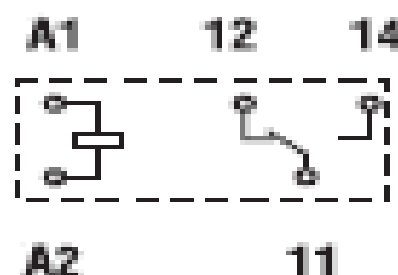
רגל 11 - תקרא COMMON המגע המשותף .

רגל 12 - תקרא NORMALY OPEN מוצא במצב לא תפוס.

רגל 14 - תקרא NORMALY CLOSE מוצא במצב תפוס .

כניסות A1 ו-A2 הינן רגלי הפיקוד של הממסר (הסליל הפעלה).

מהסכמה ניתן להבחין שהממסר לא בפעולה הממסר יוליך בין רגל 11 ל- 12 , וכאשר נפעיל את הממסר המתג יעבור למצבו השני ותהייה הולכה בין רגל 11 ל-14.



בחירת הממסר תעשה ע"פ הנתונים הבאים :

1. מתח וזרם הפעלת הממסר (הסליל).
2. כמות המתגים בממסר (POLE \ קומות).
3. גודל פיזי ולמה מותאם הממסר (תושבת , כרטיס PCB חיבור לנעלי כבל ועוד).
4. סוג האות אותו נרצה למתג (מתח \ זרם \ תדר ועוד).
5. זמן התפיסה (מעבר בין 2 המצבים פתוח \ סגור).
6. כמות המיתוגים – MECHANICAL LIFE.
7. עמידות בתנאי סביבה (טמפרטורות , רעידות , הלם ועוד).

מידע כללי :

1. בעת פעולת המיתוג היות והממסר היינו מתג אלקטרו מכאני מתרחש מצב מעבר הנקרא בשפה המקצועית BOUNCE בו המגע מרטט בין מצב פתוח לסגור ויש להתחשב בזמן הזה בעת שימוש בממסרים.
2. יש להימנע ממיתוג ממסר כאשר יש מתח במגעים ("מיתוג חס") בשל היווצרות פחם ע"ג המגעים , פעולה זו תגרום לאחר מספר רב של מיתוגים להידבקות של המגעים ("מגע דבוק").
3. זמן המעבר של הממסר איטי (יכול להגיע עד 1 שנייה) אין לשלב ממסרים כאשר נדרש זמן מיתוג מהיר.
4. ממסרים המסוגלים להעביר זרמים ומתחים גבוהים נקראים גם בשם קונטקטורים.
5. הפעלת ממסר ע"י קו מסוג TTL תיעשה תמיד דרך **דוחף זרם** (לדוגמא ULN2803) בשל הזרם הדרוש להפעלת הממסר.
6. במגע הפיקוד של הממסר יש למקם דיודה על מנת למנוע חזרה של מתח מהסליל.

אנו עושים שימוש במספר רחב של ממסרים מסוגים שונים ובהתאם לצורך .
יצרנים מומלצים :

1. חברת OMRON.
2. חברת FINDER.
3. חברת LEACH – ממסרים המיועדים לתנאי סביבה קשים .
4. חברת TELEDYNE.
5. ABB \ HAGER -קונטקטורים למתח חילופין AC.

להלן דוגמא לדף נתונים לממסר של חברת FINDER דגם 40.52:



40 Series - Miniature PCB/Plug-in relays 8 - 10 - 16 A

Features

1 & 2 Pole relay range

40.31 - 1 Pole 10 A (3.5 mm pin pitch)

40.51 - 1 Pole 10 A (5 mm pin pitch)

40.52 - 2 Pole 8 A (5 mm pin pitch)

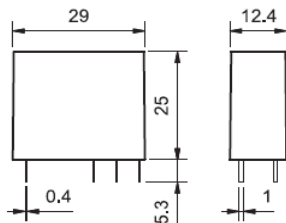
PCB mount

- direct or via PCB socket

35 mm rail mount

- via screw and screwless sockets

- DC coils (standard or sensitive) & AC coils
- Cadmium Free contact material
- 8 mm, 6 kV (1.2/50 μ s) isolation, coil-contacts
- UL Listing (certain relay/socket combinations)
- Flux proof: RT II standard, (RT III option)
- 95 series sockets
- Coil EMC suppression
- Timer accessories 86 series



FOR UL RATINGS SEE:
"General technical information" page V

40.31



- 3.5 mm contact pin pitch
- 1 Pole 10 A
- PCB or 95 series sockets

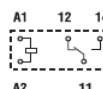


Copper side view

40.51



- 5 mm contact pin pitch
- 1 Pole 10 A
- PCB or 95 series sockets

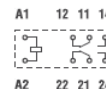


Copper side view

40.52



- 5 mm contact pin pitch
- 2 Pole 8 A
- PCB or 95 series sockets



Copper side view

Contact specification		40.31	40.51	40.52
Contact configuration		1 CO (SPDT)	1 CO (SPDT)	2 CO (DPDT)
Rated current/Maximum peak current	A	10/20	10/20	8/15
Rated voltage/Maximum switching voltage V AC		250/400	250/400	250/400
Rated load AC1	VA	2,500	2,500	2,000
Rated load AC15 (230 V AC)	VA	500	500	400
Single phase motor rating (230 V AC)	kW	0.37	0.37	0.3
Breaking capacity DC1: 30/110/220 V	A	10/0.3/0.12	10/0.3/0.12	8/0.3/0.12
Minimum switching load	mW [V/mA]	300 [5/5]	300 [5/5]	300 [5/5]
Standard contact material		AgNi	AgNi	AgNi
Coil specification		40.31	40.51	40.52
Nominal voltage (U _N)	V AC (50/60 Hz)	6 - 12 - 24 - 48 - 60 - 110 - 120 - 230 - 240		
	V DC	5 - 6 - 7 - 9 - 12 - 14 - 18 - 21 - 24 - 28 - 36 - 48 - 60 - 90 - 110 - 125		
Rated power AC/DC/sens. DC	VA [50 Hz]/W/W	1.2/0.65/0.5	1.2/0.65/0.5	1.2/0.65/0.5
Operating range	AC	(0.8...1.1)U _N	(0.8...1.1)U _N	(0.8...1.1)U _N
	DC/sens. DC	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N
Holding voltage	AC/DC	0.8 U _N / 0.4 U _N	0.8 U _N / 0.4 U _N	0.8 U _N / 0.4 U _N
Must drop-out voltage	AC/DC	0.2 U _N / 0.1 U _N	0.2 U _N / 0.1 U _N	0.2 U _N / 0.1 U _N
Technical data		40.31	40.51	40.52
Mechanical life AC/DC	cycles	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶
Electrical life at rated load AC1	cycles	200 · 10 ³	200 · 10 ³	100 · 10 ³
Operate/release time	ms	7/3 - (12/4 sensitive)	7/3 - (12/4 sensitive)	7/3 - (12/4 sensitive)
Insulation between coil and contacts (1.2/50 μ s)	kV	6 (8 mm)	6 (8 mm)	6 (8 mm)
Dielectric strength between open contacts V AC		1,000	1,000	1,000
Ambient temperature range	°C	-40...+85	-40...+85	-40...+85
Environmental protection		RT II**	RT II**	RT II**
Approvals (according to type)		SE, D, FI, PC, NY, RINA, S, cULus, D'E		

2.3 מחברים

מחברים אינם האמצעי הנפוץ ביותר על מנת לחבר את החוטים בין המוצרים השונים במערכות. קיימים בשוק לאלקטרוניקה מגוון רב של מחברים, ניתן לחלק את מגוון המחברים לקבוצות הבאות:

1. מחברים לרתמות.
2. מחברים לכרטיסים PCB.
3. מחברים לפנלים PANEL MOUNT.
4. מחברים מחומרים שונים כגון: פלסטיק, מתכת.
5. מחברים אטומים לנוזלים.
6. מחברים לשימוש צבאי – עמידים לתנאי סביבה.
7. מחברים בעלי צפיפות פינים גבוהה.

להלן השיקולים בבחירת המחברים:

1. כמות פינים.
2. עובי החוטים המתאימים לפיני המחבר.
3. מבנה המחבר (עגול, מלבני ועוד).
4. שימוש (פנל, כבל, כרטיס).
5. עלות.
6. עמידות בתנאי סביבה.
7. ציפוי.
8. אטימה לנוזלים.
9. אמינות (זמן השחיקה בתלות בכמות החיבורים והניתוקים)
10. תקן צבאי \ אזרחי.
11. כלי עבודה הדרושים ללחיצת הפינים של המחבר.

בחירת המחברים נעשית ע"פ הצורך בכל מוצר וע"פ הנתונים הטכניים של המחבר, כל מחבר מותאם לחיווט אותו הוא אמור להכיל ובהתאם למתח והזרם אותו מעוניינים להעביר.

יש לבחור את ציפוי המחבר בהתאם לתקנים בהם אנו נדרשים להלן מספר דוגמאות לחומרי ציפוי:

1. קדמיום – לא מאושר לתקני CE בשל רעילותו של הקדמיום, אבל עמיד בתנאי סביבה קשים.
2. אבץ – מאושר לתקני CE.
3. ניקל – מאושר לתקני CE.
4. ברונזה – מאושר לתקני CE, משמש בעיקר לסביבה ימית (רמת מלחים גבוהה) עלותו יקרה מאד.

**** מרבית המחברים הצבאיים יאופיינו בציפוי קדמיום בשל עמידותו בתנאי הסביבה.**

להלן מספר דוגמאות לסוגי המחברים הנפוצים ביותר בהם אנו נוהגים להשתמש:

2.3.1 מחברים צבאיים עגולים מסדרת D38999 :

מחברים אלו משמשים לחיבור בצמות ובפנלים.
מחברים אלו עמידים לתנאי סביבה קשים ובעלי אמינות גבוהה.
למחברים אלו אפשרות קידוד (בשלב ההגדרה).
ציפויי מסוגים שונים.

מק"ט המחבר מוגדר ע"פ הפרמטרים הבאים :

פין - זכר/נקבה

Contact type

P - Male contact
S - Female contact
A - Without male contact
B - Without female contact

סוג

Shell type

Square flange receptacle - 20
Jam-nut mounting receptacle - 24
Plug - 26

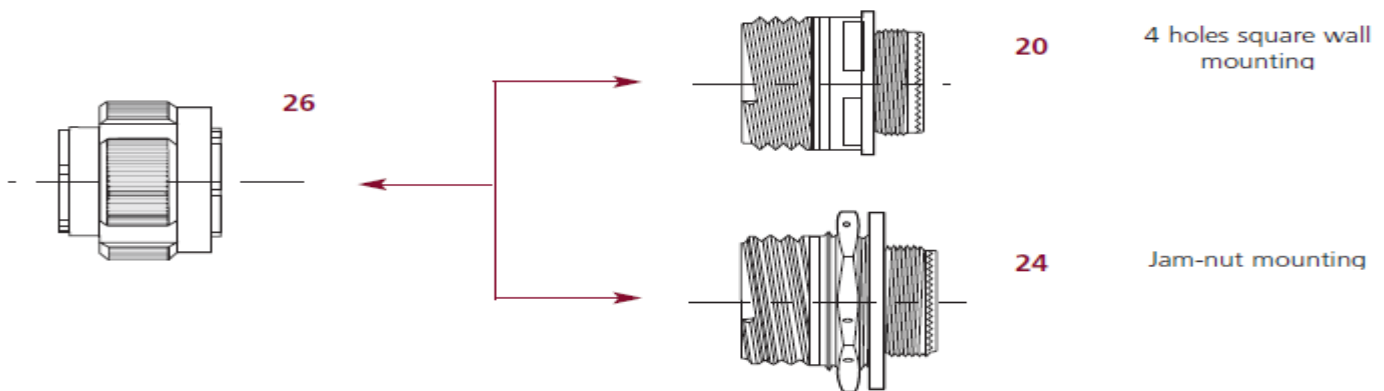
גודל

Shell size
A - B - C - D - E - F - G - H - J
(For 9 - 11 - 13 - 15 - 17 - 19 - 21 - 23 - 25)

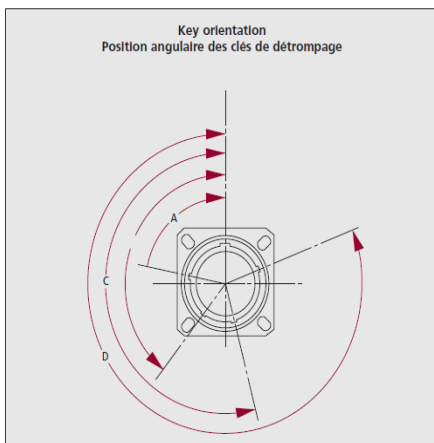
Model of designation סידרה	Finish Olive drab cadmium - W Nickel - F ציפויי	Arrangements סידור פינים	Key orientation N - A - B - C - D - E קידוד
D38999 / 20	F	A	35
		P	N

Plug

Sealed Receptacles

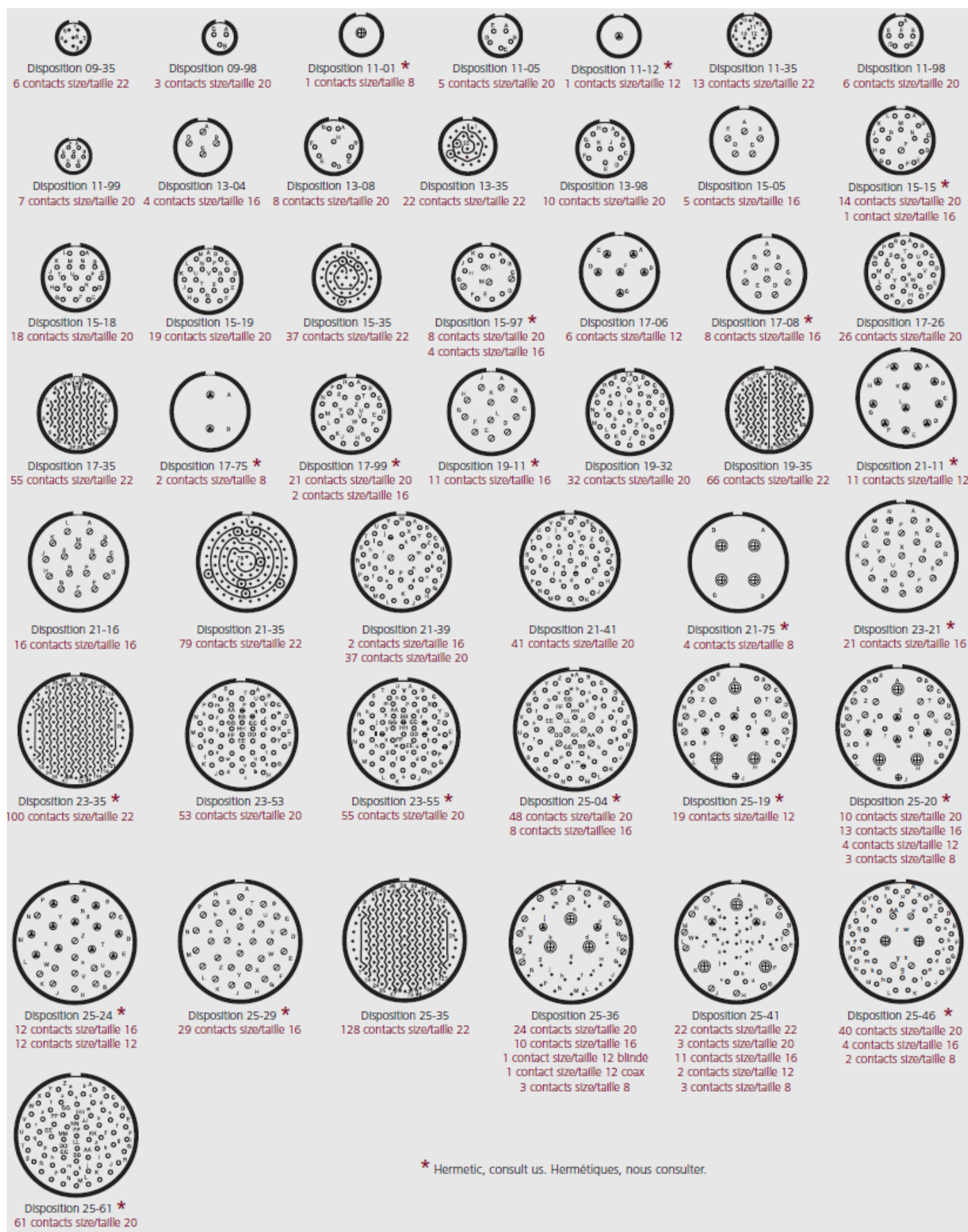


מחברים מסוג 26 ישמשו לחיבור בצמות .
מחברים מסוג 20 \ 24 ישמשו בעיקר לפנלים (ניתן גם להשתמש בהם לצמות).
גודל המחבר וסידור הפינים יקבע את כמות המגעים (פינים) ועובי החוט בכל פין (מוסבר בעמוד הבא).
קידוד המחבר יבחר ע"פ האות האחרונה כאשר האות N מהווה קידוד NORMAL שזה הקידוד הפופולארי ביותר ,
הקידוד נעשה ע"י היצרן על ידי שינויי מיקום השגם המרכזי.



- אמינות המחברים גבוהה.
ניתן להזמין את המחברים אטומים.
ציפויי המחבר מתחלק לשני סוגים :
- ניקל קדמיום – צבע ירוק – אסור בתקן CE אך בעל עמידות גבוהה בתנאי סביבה קשים.
 - ניקל – צבע כסף מותר בתקן CE , פחות מוגן בתנאי סביבה קשים.

סידור הפינים במחבר D38999 נעשה בשני שלבים, בחירת גודל המחבר ובשלב השני נבחר את סוגי הפינים.
כפי שמראה הציור הבא:



2.3.2
מחברים מסוג D-TYPE:

מחברי DTYPE הינם מחברים בעלי מבנה מלבני המשמשים לפנלים, לרתמות, כרטיסים. המחברים מיוצרים בשני תקנים אזורחי (הנפוץ) ובתקן צבאי . ניתן להזמין מחברים אטומים . עלות נמוכה - הסיבה העיקרית לפופולאריות של המחברים. גודל המחברים נקבע ע"פ כמות הפינים להלן כמות הפינים האפשריים : 9,15,25,37,44,50,78,104 . המחבר ניתן לחיבור בשיטות הבאות : הלחמה , פיני לחיצה, פינים לכרטיס (ישרים \ זווית 90 מעלות) . עמידה בתנאי סביבה – ע"פ הגדרות היצרן .

למחברי D אין אפשרות קידוד

- חשוב לדעת :
פיני המחבר מותאמים לפי כמות הפינים :
1. פינים רגילים יתאימו למחברים : 9,15,25,37,50.
 2. פינים דקים יתאימו למחברים : 44,78,104.

להלן דוגמאות למחברי D-TYPE :

מחברים להלחמה D-SUB STANDARD Crimp body (without contacts) 	מחברים להלחמה Solder cup 
מחברים להלחמה על צמת FLAT D-SUB STANDARD IDC for flat cable – Stamped contacts - 	מחברים לכרטיס זווית ישרה Solder pin – Straight – Stamped contacts 
פיני לחיצה D-SUB HIGH DENSITY Crimp Contacts 	מחברים לכרטיס בזווית 90 מעלות D-SUB STANDARD Solder pin – Angled 

2.3.3 מחברים מסוג DIN 160 \ 96 :

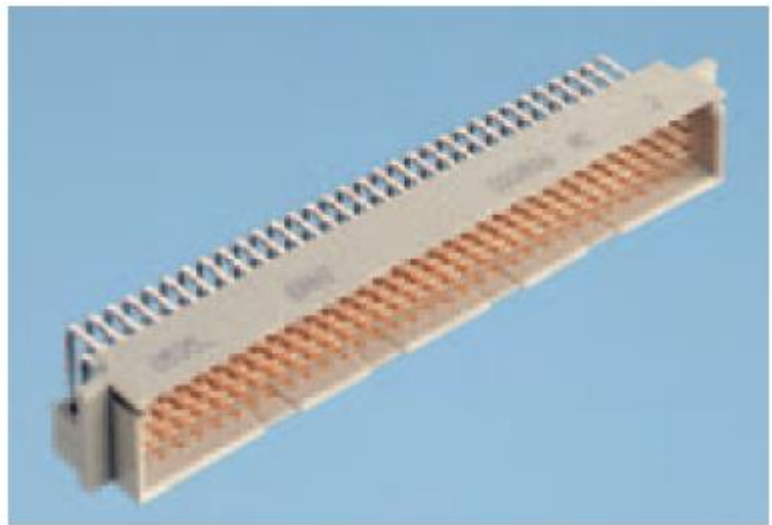
מחברים אלו משמשים בעיקר בחיבור בכרטיסי General Purpose אשר ממוקמים בכרטיסת המחבר מכיל 96 חיבורים המסודר ב- 3 שורות (A-C) ובכל שורה 32 מגעים.
מחבר המכיל 160 חיבורים מסודר ב- 5 שורות (A-E) ובכל שורה 32 מגעים .

המחבר יכול לשמש בכרטיסים וברתמות.
אמינות המחבר ברמת נמוכה ועל כן כמעט ואין שימוש במחברים אלו ברמתמות .

המחבר יהיה זכר בעל פניי WW לכרטיס מסוג WW .
המחבר יהיה זכר רגיל (פינים קצרים) בכרטיס ערוך PCB.

בכרטיסת אנו נמקם את המחבר הנגדי מסוג נקבה , פניי המחבר מוזמנים בנפרד.

להלן דוגמא למחבר זה :



חשוב לדעת :

פניי החיבור של מחברי DIN עדינים מאוד ויש להחליפם במידה ויש בעיה בחיבור .
היצרן למחברים אלו היינו ERNI .

2.3.4 מחברים קואקסיאליים COAX :



מחברים קואקסיאליים משמשים לחיבור חוטים מתואמים כגון : חוטי COAX , TWINAX , TRIAX ועוד .
 קווי ה-COAX משמשים בעיקר להעברת אותות בתדרים (וידאו , RF , תקשורות שונות) .
 מחברי COAX בנויים ממספר חלקים : גוף המחבר , פין מרכזי , טבעת לחיצה לסיכוך (פרולה) .
 מחברי COAX מתואמי עכבות (50 / 75 / 95 אום) ויש לבחור את המחבר בהתאם לעכבה הדרושה ,
 ובהתאמה לסוג החוט אותו נרצה לחבר .
 חוטי ה-COAX מורכבים מחוט מרכזי ומסיכוך היקפי ולכל חוט יש עובי ייחודי .
 חיווט המחבר נעשה בהלחמה או בלחיצה ולעיתים שילוב של שניהם .
 מחברים אלו משמשים ברמתות וכן לפנלים .

2.3.5 מחברי SCSI \ SAMTEC \ NICOMATIC :

מחברים אלו הינם מחברים בעלי כמות פינים גדולה בשטח קטן .
 עובי החוטים המתאימים לפיני המחבר בד"כ דק 24-30 AWG (למעט מחברים עם פיני כוח) .
 מבנה המחבר מלבני .
 מחברים אלו משמשים בעיקר ברמתות ובחיבורים לכרטיסים (לא מומלץ לשימוש בתיבות) .
 עלות – יחסית גבוהה .
 עמידות בתנאי סביבה – נמוכה , מחברים אזוריים לחלוטין .
 ציפוי – בד"כ מחברים מפלסטיק ללא ציפוי .
 אטימה לנוזלים - אין .
 אמינות נמוכה בשל מבנה המחבר והחומר (פלסטיק) ממנו הוא מורכב , כמו כן המחברים עדינים ועל כן השחיקה שלהם גבוהה .
 תקן אזורי העומד בתקני CE .
 כלי עבודה הדרושים ללחיצת הפינים של המחבר ייחודיים ויש לוודא שיש ברשות המפעל את הכלים טרם הגדרת מחברים אלו .
 קושי ייצור גבוהה מאד .

מחברי NICOMATIC :

1. שליפת פינים - לא ניתן לשלוח יותר מ-2 פעמים (המנגנון בגוף המחבר נשחק) .
2. יש לבצע יציקה בחלקו האחורי של המחבר בשל החולשה של המנגנון המחזיק את הפינים .
3. עובי חוטים נע בין 22-24 AWG במרבית המחברים למעט מחברים עם פיני כוח .



מחברי SCSI (Small Computer System Interface) :

1. שליפת פינים – לא ניתן לשלוח .
2. עובי חוטים נע בין 26-30 AWG .
3. ייצור הצמות נעשה בחברת אבדור טכנולוגיות (אין אפשרות לייצר את הצמות בצבאן) .
4. זמן ייצור של צמה נעה בסביבות 10 ימי עבודה (ע"י אבדור) .
5. מחברי MICRO SCSI יסופקו לרוב ע"י חברת אבדור .
6. חובה לשלב BACK SHELL במחברים אלו .



מחברי SAMTEC :

1. שליפת פינים – ניתן אך תלוי בסוג המחבר .
2. עובי חוטים דק לרוב .
3. מחברים בעלי קושי רב בשילובם בייצור בשל צפיפותם .



2.3.6 עזרים למחברים BACK SHELLS, BOOT ADAPTORS :

אביזרים אלו משמשים ברמתות לחיזוק האחיזה של המחבר לרתמה, כך שלא רק החיבור של הפינים לחוטים יהווה את הקשר בין הרתמה למחבר.

אביזרים אלו מותאמים למחברים ולכיסויי הצמה (רשת \ DR) ובהתאם לסוג ולציפויי של המחבר.

לכל סוג מחבר יש BACK SHELL המותאם לגודל המחבר, להלן מספר דוגמאות :



כיצד נגדיר את ה-BACK SHELL למחבר צבאי עגול מסדרת D38999 :

סדרה M85049/38S עבור מחברים עגולים מסדרת D38999 יוגדר על פי הפרמטרים הבאים :

M85049/38 S 11 W

Basic Part No. _____ Material and Finish Designator

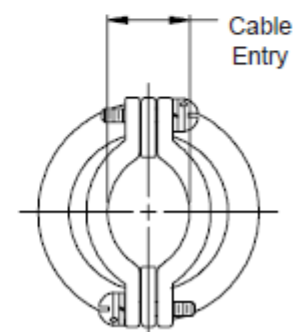
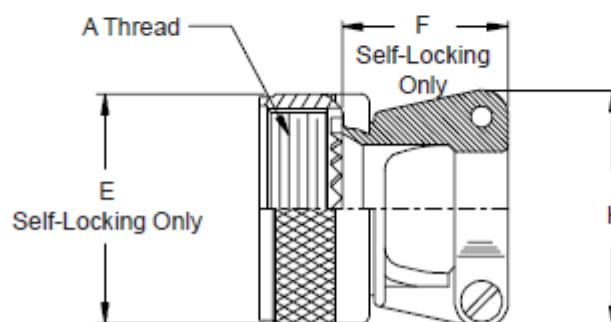
נעילה עצמית S = Self-Locking Use Dash for Non-Self-Locking

גודל המחבר Shell Size _____

A = Aluminum, Black Anodize
N = Aluminum, Electroless Nickel
S = 300 Series Steel, Passivated
W = Aluminum, 500 Hour Cadmium Olive Drab Over Electroless Nickel



Shell Size	Shell Size Ref.
9	A
11	B
13	C
15	D
17	E
19	F
21	G
23	H
25	J



ציפוי:

N = ניקל

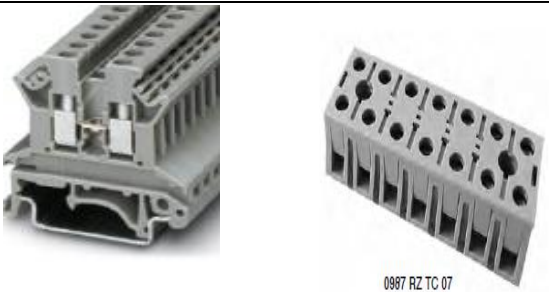
W = קדמיום ירוק

יש להגדיר את ה-BACK SHELL עם נעילה עצמית (האות S) ולבחור את סוג הציפוי ע"פ המחבר (N או W).

2.4 פסי חיבור TERMINAL BLOCK :

פסי חיבור או בקיצור TB הינם אמצעי לפיצול חיווט בצורה הפשוטה ביותר .
 פסי החיבור יותאמו לזרם והמתח אותם נרצה לפצל .
 שטח ההפרדה בין מוליכים \ קוטר הכניסה והיציאה מה- TB חייב להיות גדול יותר מן הנעל כבל \ סופית המתחבר אליו.
 פסי חיבור אשר ישמשו למתח חילופין (AC) חובה למגן אותם למגע יד אדם למניעת התחשמלות + סימון אזהרה למתח גבוה.
 ניתן להבחין במספר סוגים של פסי חיבור :

1. פס חיבורים פתוח עם הפרדה .
2. פס חיבורים עם הפרדה מכוסה (כיסויי פלסטיק מובנה).
3. פס חיבורים מתכתי (פס הארקה לדוגמא).

	פס חיבורים עם הפרדה : מאפשר חיבור של מספר סוגי קווים על פס בודד בשל ההפרדה. ניתן למקם 2 נעלי כבל על כל מגע. ניתן לבצע חיבור בין הפסים באמצעות מגשר . חשוף למגע יד אדם (ניתן להוסיף לפס זה כיסויי הגנה)
	פס הארקה עם הפרדה מכוסה \ פסים בדידים : מאפשר חיבור של מספר סוגי קווים על פס בודד בשל ההפרדה. ניתן למקם רק מספר מצומצם של חוטים (עם סופית) בכל מגע. לא ניתן לבצע חיבור בין הפסים \ קשה מאד לביצוע . לא חשוף למגע יד אדם . <u>קוטר המוליך המיועד להתחבר חייב להיות קטן מפתח המגע .</u> ניתן להשיג את פסי החיבור הבדידים בכל רמת זרם \ מתח , אך יש לקחת בחשבון את גודלו הפיזי (יותר זרם = פתח יותר גדול)
	פס חיבורים מתכתי : ידוע כפס השוואת פוטנציאלים \ פס הארקה . משמש בעיקר כנקודת הארקה ראשית למתח חילופין (AC) . יש לחבר לכל תבריג נעל כבל בודדת. שטח פס הארקה קובע את יכולתו להעביר את הזרם הדרוש . במקרה של פס הארקות יש לסמן את הפס בסימון הארקה תקני . מומלץ להשאיר תבריג 1 חופשי להתרחבות עתידית.

שיקולי תכנון :
 כמות החוטים הנכנסים לנעלי כבל \ סופיות המשמשים לחיבור לפסי חיבורים משתנה לפי עובי החוטים , מומלץ להתייעץ עם המחוטות (נעל הכבל \ סופית תותאם לפס החיבורים) .
 על מנת לבחור את כמות החיבורים בפס החיבורים יש לעמוד את כמות נעלי הכבל (ע"פ מספר החוטים ועוביים) אותם נרצה לחבר .
 פסי הארקה לזרמים גבוהים יש לוודא את איכות הבידוד (כושר הפרדה) ואת קוטר פתח הכניסה והיציאה.



2.5 ספקי כוח DC :

ספקי כוח משמשים במערכות כמקור האנרגיה למערכת וליחידה הנבדקת.
ספקי הכוח מתחלקים ל – 2 משפחות : ספקים מתוכננים וספקים פשוטים ללא אפשרות תכנות .
הגדרת ספק הכוח תעשה ע"פ הקריטריונים הבאים :

1. מתח מוצא רצוי.
2. זרם מוצא מותאם לדרישות , יש לוודא יכולת גבוהה יותר מן הנדרש ב- 25% יותר לפחות.
3. הזנת מתח חילופין (AC) אוניברסאלית אם אפשרי 85-265VAC .
4. אפשרות ENABLE - חובה ליחידה הנבדק , לא חובה במקרה של ספק מערכת .
5. כיסויי הגנה CLOSE FRAME מומלץ.
6. קווי SENSE.
7. עמידה בתנאי סביבה (טמפרטורת עבודה \ אחסנה) בהתאם לדרישות המערכת.
8. הגנה מפני זרם קצר (הגנה במקרה של קצר על מוצא הספק).
9. נצילות הספק.

מידע כללי :

זרם התנעה (INRUSH CURRENT) :

יש להתחשב בזרם ההתנעה INRUSH CURRENT של הספק נתון זה יקבע את יכולתו של המפסק הגנת קצר של המערכת CIRCUIT BREAKER להזרים את הזרם הדרוש לספקי הכוח להתנעה , אל לא נתחשב בנתון זה ספקי הכוח לכשתופעל המערכת יגרמו לקצר על ה- CB והוא יעבור למצב OFF .

אופן החיבור לספק :

דפי הנתונים של היצרן יספקו את המידע הדרוש לאופן החיבורים לספק (מתח חילופין AC , מתח ישר DC).
יש לשים לב כיצד מתחברים לספק בעת בחירת אמצעי החיבור לדוגמא נעלי כבל , סופית ועוד
יש לבחור בהקפדה את החוטים , נעלי הכבל כך שיתאימו לזרמים והמתחים הדרושים אחרת יהווה כמוקד הכשל בזמן צריכה מרבי.

קווי SENSE :

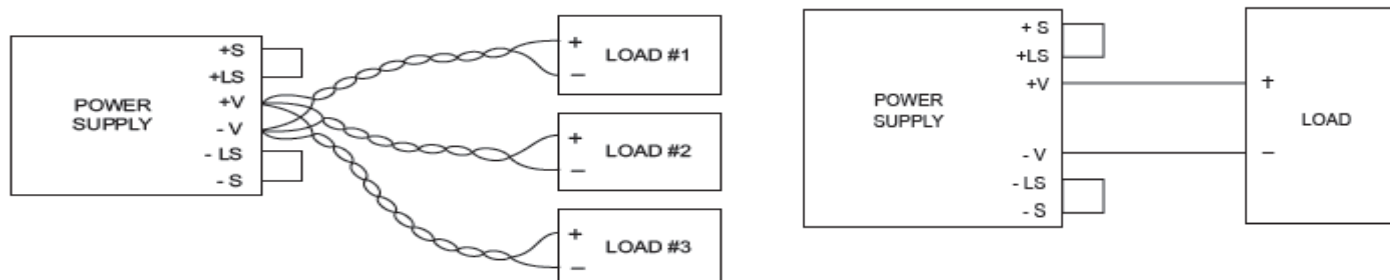
קווי SENSE - תפקידם לבצע פיצוי על המרחק בין הצרכן לספק , ניתן לעבוד בשני אופנים LOCAL \ REMOTE .
לכל ספק יש את הנתון של אחוז הפיצוי באמצעות קווי ה- SENSE (בד"כ עד 5%).
במרבית הספקים ה- SENSE מבוצע ע"י מגבר משווה אשר מבצע השוואה בין מתח המוצא למתח קווי ה- SENSE וע"פ התוצאה מעלה את מתח המוצא בספק בתלות במתחי ה- SENSE .

חשוב לדעת :

1. אסור לטעות בחיבור קווי ה- SENSE (הצלבה בין + ל-) , טעות פרושה שריפת מעגלי ה- SENSE של הספק.
2. אסור להשאיר את קווי ה- SENSE לא מחוברים , אי חיבור גורם למגבר ההשוואה להיכנס לרוויה ומתח המוצא יעלה עד למקסימום ועלול לגרום לספק להישרף.

חיבור מתחים לצרכן עם קווי SENSE במצב LOCAL :

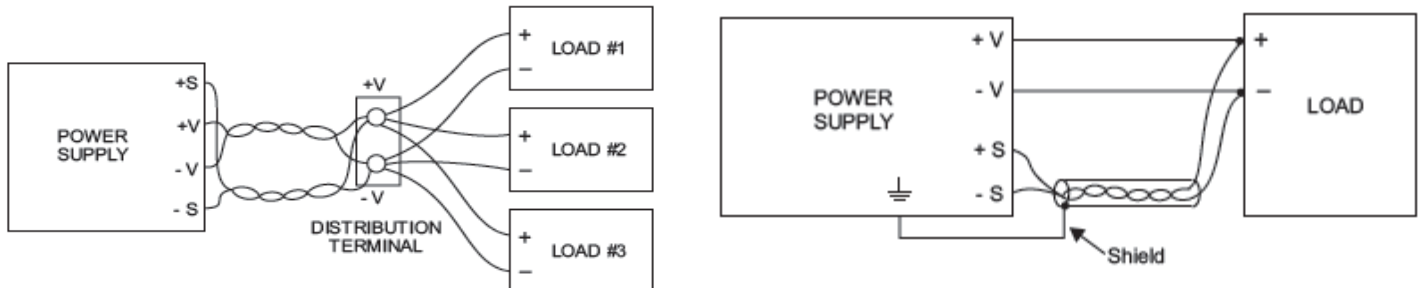
במצב זה קווי ה- SENSE נסגרים על הספק בשל המרחק הקצר בין הספק לצרכנים \ או לחילופין ירידת המתח בין הספק לצרכן לא משמעותית.
דוגמא לחיבור ספק ZUP :



ספקי הכוח של המערכת יחוברו בד"כ במצב זה בשל קירבתם לצרכנים (המערכת) .
ניתן ורצוי לחבר בין הספק לצרכנים פס חיבורים TB אשר יפצל את המתח .
חיבור מתחים לצרכן עם קווי SENSE במצב REMOTE :

במצב זה קווי ה- SENSE נסגרים על הצרכן במרחק מן המקור ומתבצע פיצוי על נפילת המתח בתלות במרחק. **חיבור זה הכרחי כאשר המרחק מן הספק לצרכן גדול על מנת לפצות על המתח אשר "יתבזבז" על החוטים והמחברים.** כאשר המתח המסופק לצרכן נמוך, לדוגמא 3.3Vdc, כל ירידה של המתח בגלל החוטים יהיה משמעותי לצרכן. במקרים בהם המרחק גדול, ללא SENSE המתח שיגיע לצרכן יהיה נמוך ולא יאפשר את הפעלתו בצורה תקינה.

כאשר יהיה לנו TB אשר יפצל את המתחים למספר צרכנים יש לחבר את ה- SENSE ל- TB בשל צריכת הזרם השונה של כל צרכן ועל כן נקודת הייחוס תהיה ה- TB. דוגמא לחיבור ספק ZUP:



שיתוף אדמות בין הספק לאדמות המערכת:

שיתוף אדמות בין ספקי המערכת חייב להתבצע על מנת שלא ייווצר מצב של הפרשי פוטנציאליים בין מתחי המערכת. מומלץ לבצע גם חיבור גלווני בין אדמת המערכת (הארקה) לבין קווי האדמה של ספקי המערכת DC RETURN.

**הסבר:

כרטיסי המדידה הממוחשבים מיוחסים למתחי ספק הכוח של המחשב המיוחס להארקה. שימוש בכרטיס המדידה במצב מדידה לא דיפרנציאלי, הכרטיס מיחס את המדידה לאדמות DC RETURN בד"כ. אי לכך חייב להיות קשר גלווני בין אדמות כרטיס המדידה למתח הנמדד אחרת יהיה הפרש פוטנציאליים והמתח הנמדד לא יהיה מדויק ואף עשוי להיות גבוה \ נמוך בהרבה מן הקיים.

ספקי כוח המחברים בשיטה "צפה" אל הצרכן (יח"ן) ימדדו בשיטה דיפרנציאלית בשל ההפרש בין הפוטנציאליים בין אדמת הצרכן לאדמת הייחוס של אמצעי המדידה.

יצרנים ודגמים מומלצים:

ספקים מתוכננים:

1. דגם ZUP של חברת NEMIC LAMBDA.
2. דגם GENESYS של חברת NEMIC LAMBDA.

ספקים פשוטים (לא מתוכננים):

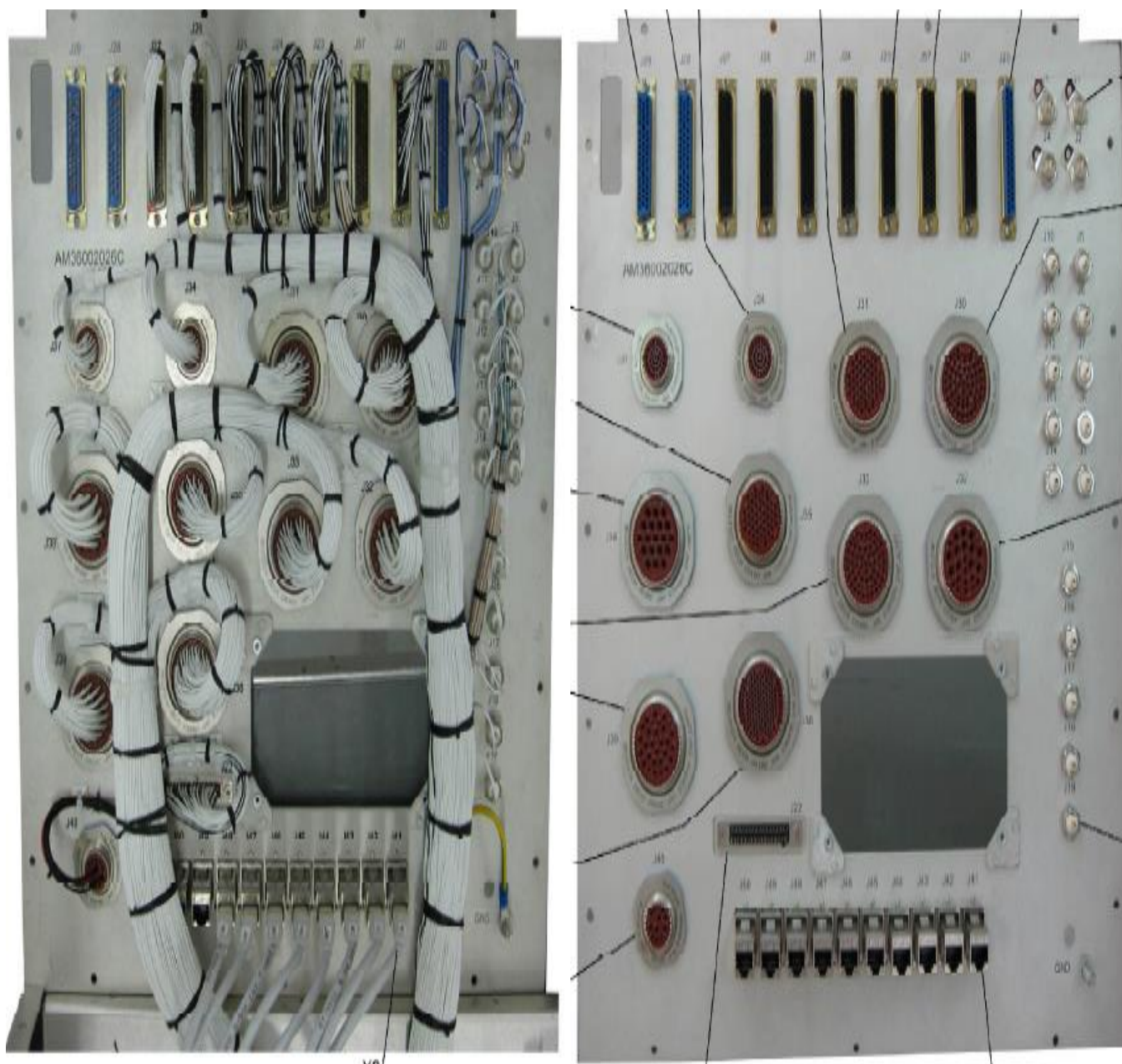
1. סדרת JWS של חברת NEMIC LAMBDA.
2. סדרת HWS של חברת NEMIC LAMBDA.
3. ספקים של חברת MEAN WELL.
4. ספקים של חברת HITRON.

****הערה:** יש להתייעץ עם אנשי המכירות טרם הזמנת הספקים בשל זמני האספקה של הספקים על מנת לא לבחור פריט שזמן אספקתו ארוך לLI.

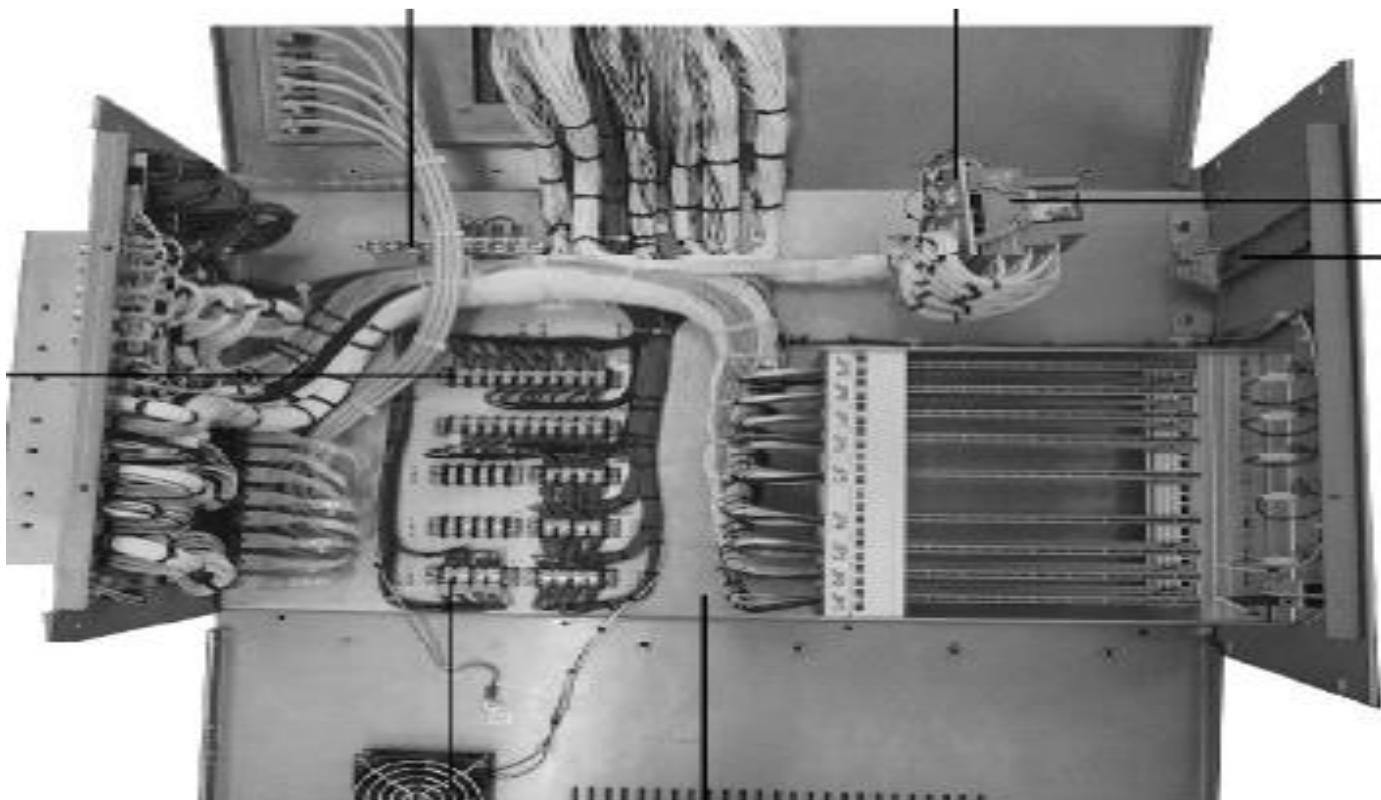
2.6 מעבר חוטים בהרכבות :

תכנון מכאני של תיבה \ הרכבה חייב להתחשב במעבר החיווט ע"ג הפנלים והמגש של התיבה.
 מיקום המחברים \ TB \ כרטסת או כל אמצעי אחר הקיים בתיבה ימוקם כך שיהיה מקום מוגדר למעבר החיווט .
 החיווט הוא האמצעי לחיבור בין ההתקנים השונים בתוך התיבה.
 מרווח תקין בין החוטים למוצרים מאפשר לחיווט להיחשף לאוויר אשר יקרר את החום הנפלט מן החוטים במקרים בהם עובר הספק רב בחיווט .
 תכנון של מגרה צפופה ללא התחשבות במעבר החוטים מקשה מאד על ייצור התיבה ואף עלול לגרום לנזקים בעת פתיחה וסגירה של הפנלים.
 צפיפות חיווט = תחזוקה קשה ובלתי אפשרית !

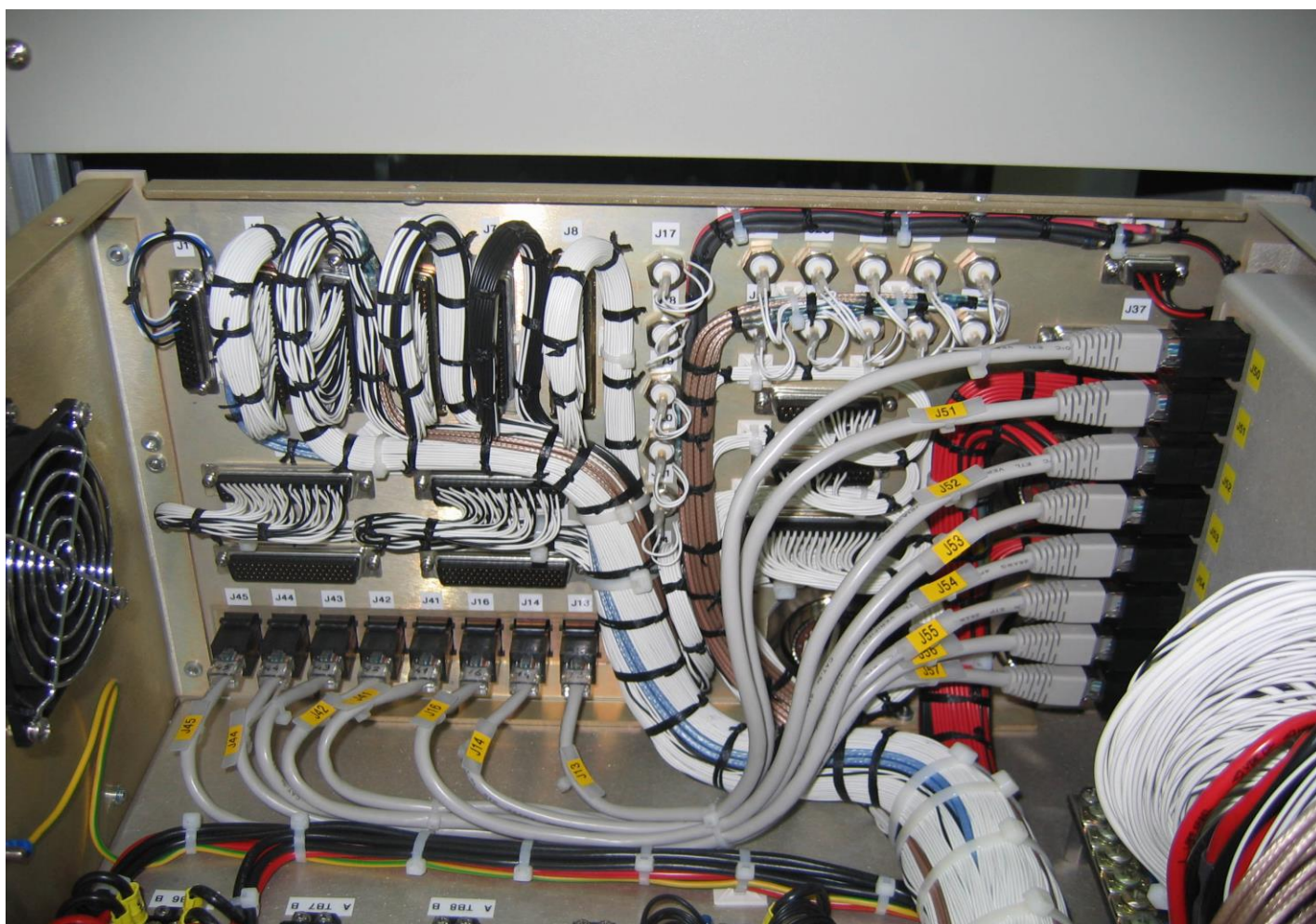
ע"פ תקן IPC המרווח החשמלי בין מוצרים חייב להישמר , הפרה של המרווח החשמלי פירושו פסילה !



דוגמא : פנל לפני חיווט ואחרי חיווט , נא לשים לב למעט המקום שהושאר לחיווט (במיוחד בצד שמאל) .



דוגמא: חיווט של הרכבה, נא לשים לב למעבר החוטים תוך דגש על הרתמות הראשיות ומעברים. ניתן גם להבחין בחיווט בשיטת המסרק מאחורי הכרטסת ומאחורי המסרר רסיבר בדופן הצד.



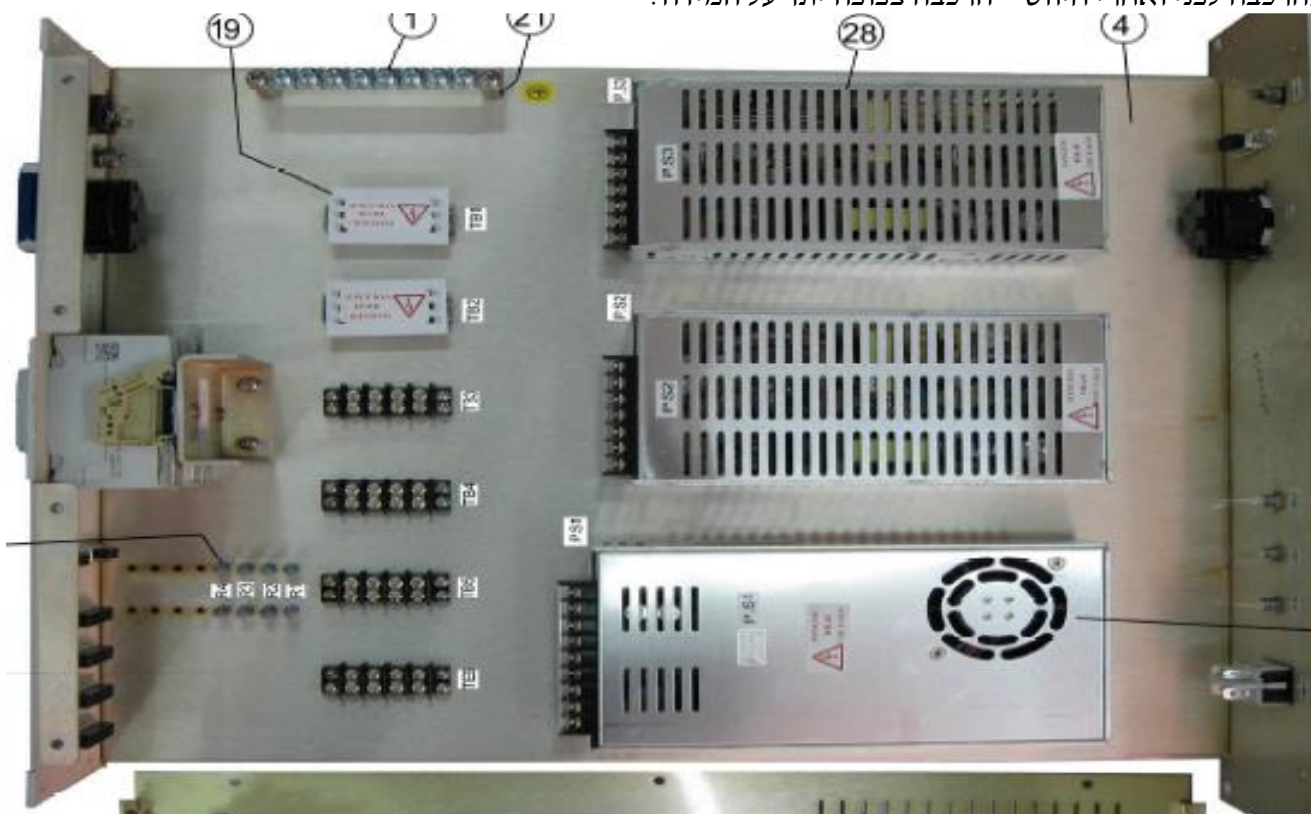
דוגמא: פנל אחורי, נא לשים למרווחים שהושארו למעבר החוטים לכיוון המגש.

2.6.1 הנחיות למעבר תקין של חיווט בהרכבות :

- להלן מספר כללים והנחיות לביצוע \ בדיקה בתכן מכאני בהרכבות .
1. מאחורי כל מחבר עגול יש לשמור על מרווח של 4-5 ס"מ על מנת לאפשר לחיווט לבצע סיבוב בקוטר סביר.
 2. מרחק בין מרכיבים חייב להיות כך שניתן יהיה להעביר את החיווט ביניהם .
 3. ככל שהמחבר גדול יותר המרווח בין שכניו חייב להיות רחב יותר.
 4. פס חיבורים – יש לשמור משני צידי רווח של 4-5 ס"מ לפחות עבור נעלי הכבל ומעבר החיווט.
 5. מחבר הנמצא במאונך (כרטסת , ספק כוח ועוד) מחייב רווח של 6-7 ס"מ על מנת לאפשר לבצע חיבור במבנה דמוי מסרק על מנת שלא ייווצר לחץ על החוטים .
 6. חוטי מתח חילופין AC יופרדו פיזית מחוטי DC ולכן נדרש לתכנן מראש את מעבר החוטים ומיקום המרכיבים בתוך המוצר ע"פ עקרון זה .
 7. פנל המכיל הרבה חיווט (לדוגמא פנל אחורי) יש למצוא את המקום בו תעבור השדרה הראשית לעבר המגש ולהשאיר רווח הולם.
 8. ליד מאווררים לא מבצעים חיווט בצורה שיחסום את מעבר האוויר למאוורר.
 9. בדיקת המרווחים בפנלים \ מגש הינה חובה לפני אישור כל פנל לייצור \ הצגה ללקוח .
 10. צפיפות רבה = קושי בתחזוקה .
 11. התייעצות עם גוף הייצור במקרה הצורך על מנת לקבל את ההערות של המחוטט .

****הערה :** קושי בייצור התיבה היינו אחד הגורמים לטעויות חיווט .

דוגמא להרכבה לפני ואחרי חיווט – הרכבה צפופה יתר על המידה:

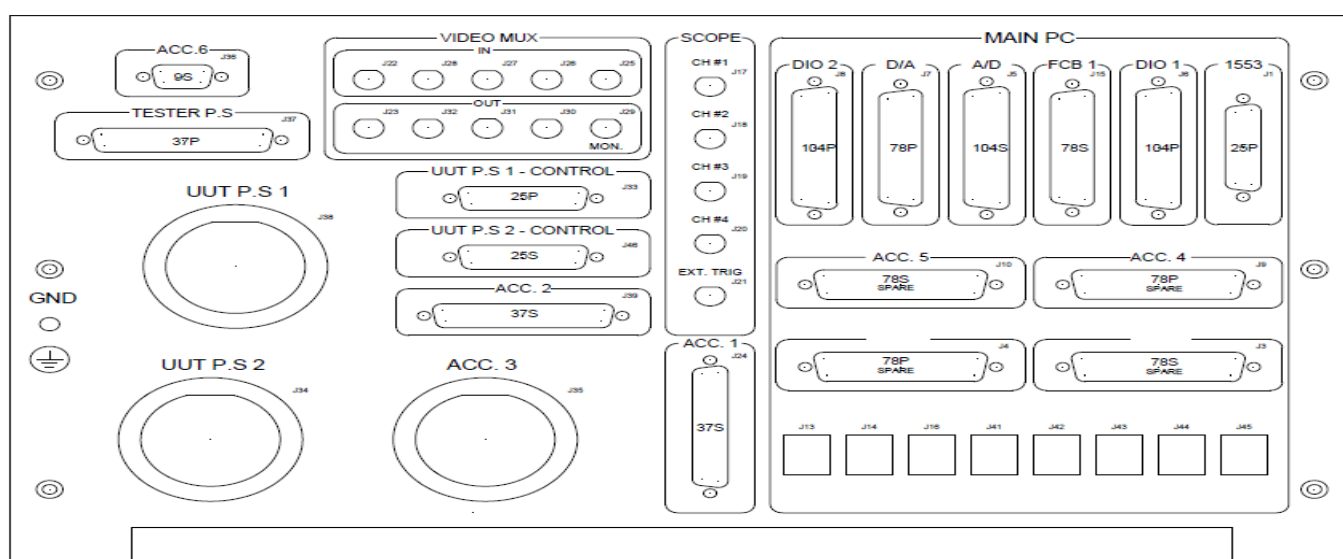


2.7 סימונים בהרכבות :

סימון מרכיבים בתיבות חיוני לצורך זיהוי מרכיבי התיבה וללא סימונים אלו לא ניתן לשרטט את השרטוט החשמלי ולבצע את החיווט של המוצר.
 הסימונים נעשים ע"פ מרכיבי התיבה כך שכל פריט בתיבה מסומן בצורה חד ערכית .
 סימון המרכיב יבוצע על גבי המוצר והן במיקומו על המתכת, הסימונים יבוצעו או בהדפסת רשת או באמצעות מדבקה .
 הסימון יהיה בולט לעין .
 במקומות בהם יש סכנה למתח גבוה (סכנת התחשמלות \ פגיעה במשתמש) יש לסמנו בצורה בולטת ובצבע אדום בולט .
 ברשימת החלקים של המוצר בשדה ה- Reference ירשם מספרו של המוצר לצורך התאמה בין רשימות החלקים להרכבת המוצר.

2.7.1 פנלים (קדמי , אחורי , צדדים , מגש , מכסה) :

מחבר המורכב על פנל יקרא J (מקור האות במילה JOINT) כאשר המספור נעשה ע"פ סדר הגיוני ע"פ מתאר הפנלים .
 מחבר מסוג רסיבר (מוצר של VPC) יקרא RJ קיצור של Receiver Joint ועל מנת להפרידו משאר המחברים .
 להלן דוגמא למראה פנל עם מחברים .
 ** הערה : מומלץ בשלב התכנון לרשום בתוך המחבר בשרטוט המכאני את סוג המחבר ואת מינו זכר \ נקבה.

**2.7.2 כרטסת :**

הרכבה הכוללת כרטסת המכילה כרטיסים \ ספקים ימוספרו המחברים הנגדיים לכרטיסים \ ספקים בסימון JP.



2.7.3 מרכיבים קנויים \ הרכבות ביניים:

מרכיבים קנויים \ הרכבות אשר ימוקמו בתוך תיבה יסומנו לצורך זיהוי וחיווט בסדר עולה כאשר הראשון מתחיל מ-1. מרכיב אשר ממוקם על תושבת לדוגמא ממסרים, תסומן גם התושבת באותו סימון (לא נעשה הפרדה).

ממסרים יסומנו באות K (נדרש לסמן גם את התושבת).

נגדים יסומנו באות R (קיצור של Resistor).

דיודות יסומנו באות D (קיצור של Diode).

מאוורר יסומן FAN .

נורית חיווי תסומן בסימון DS .

פס חיבורים יסומן TB .

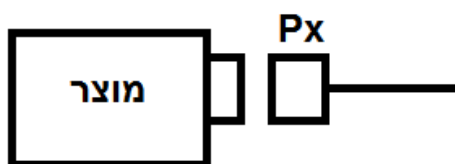
פס הארקה יסומן CHASS \ CHASS BAR (קיצור של המילה CHASSIS).

מפסק יסומן באותיות SW .

פיוז יסומן באות F + ערך הפיוז.

ספק כוח יסומן באותיות PS קיצור של Power Supply.

פילטר יסומן באותיות FL.



מחבר אשר מתחבר למוצר \ הרכבה יקרא P (מקור האות מהמילה Plug).

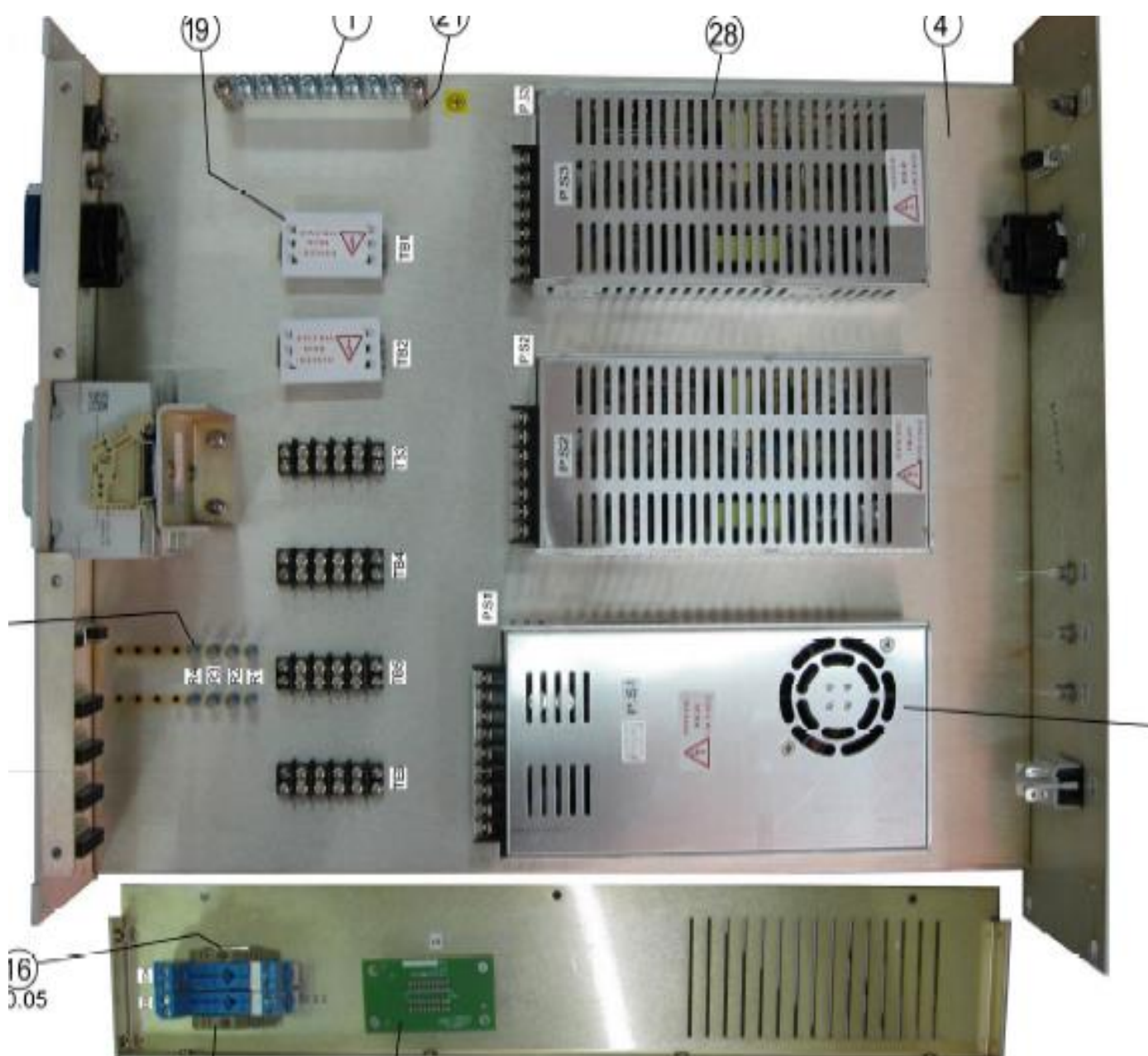
**לדוגמא : מחבר המתחבר לספק כוח יקרא P , מחבר נגדי להרכבת LED יקרא P . יש לסמן את המחבר ע"י החתמה \ אזיקון עם בסיס לכתובת.

דוגמאות :





דוגמא לחתמות ע"ג מגש ההרכבה :



2.8 תכנון כרטיס WW \ כרטיס ערוך :

כרטיסי WW (Wire Wrap) \ כרטיס ערוך משמשים אותנו בהרכבות רבות בהם אנו נדרשים למקם רכיבים אלקטרוניים סטנדרטיים בכמות גדולה ואנו למקם מעגל אלקטרוני בתוך תיבות .
הכרטיס ימוקם בתוך הכרטסת או בתוך ההרכבה ע"ג מגביהים מכאניים (SPACER) .

הכרטיס הסטנדרטי בו אנו משתמשים לכרטסת הינו במימדים של 110*220 מ"מ ומחבר המוצא שלו מסוג DIN96.
(יש גם כרטיסי במידות 110 * 160 מ"מ).

מיקום הרכיבים ע"ג הכרטיס יהיה בקרבת המחבר כך שכל המרכיבים פונים לאותו כיוון .
בכרטיסי WW כל רכיב ימוקם ע"ג תושבת לחיווט WW או פין WW .
רכיבים כבדים \ גדולים ירתמו לכרטיס ורגליהם יולחמו לתושבת בכרטיס WW ובכרטיס ערוך יודבקו לכרטיס על מנת לתת חוזק מכאני .

המתכנן ישרטט את מיקום הרכיבים בשרטוט LAYOUT \ בכרטיס ערוך יבוצע ע"י העורך ע"פ ככלים שיועברו מהמתכנן.
מרווח בין רכיבים חייב להתבצע על מנת למנוע מגע בין שני רכיבים (שמירה על מרווח חשמלי) .
רכיבי הספק (לדוגמא : נגדי הספק , רגולטורים ועוד) אשר ימוקמו ע"ג הכרטיס מחייבים התייחסות לחום ולאמצעי קירור אשר יש למקם ע"ג הכרטיס HEAT SINK \ שכבת אדמה ועוד .

פסי צבירה למתחים ואדמות ימוקמו בחלקו החיצוני של הכרטיס (בהיקף) .
קווי מתחים יחוברו לקבלי סינון לצורך הפחתת הרעשים במתחי ההזנה לרכיבים מומלץ קבל של 0.1uF ובמקביל קבל של 1uF .
לכל רכיב אלקטרוני (ג'וק) יש לשים קבלי סינון במקביל להזנות למניעת רעשים .

בזמן בחירת רכיבי הכרטיס יש לקחת בחשבון כי רק רכיבי TH יכולים להיות ממוקמים בכרטיסי WW ,
רכיבי SMT לא ניתנים להשמה בכרטיסי WW ללא תושבת מתאמת מ-SMT ל-WW (תושבות אלו יקרות וקשות להשגה בשל כמות המינימום לרכש ועל כן יש לבחור רכיבים בקפידה) .

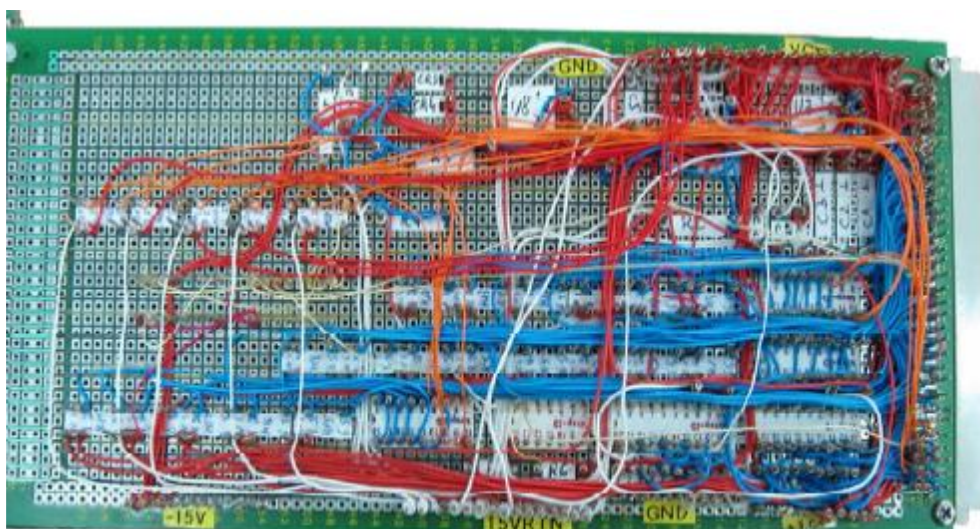
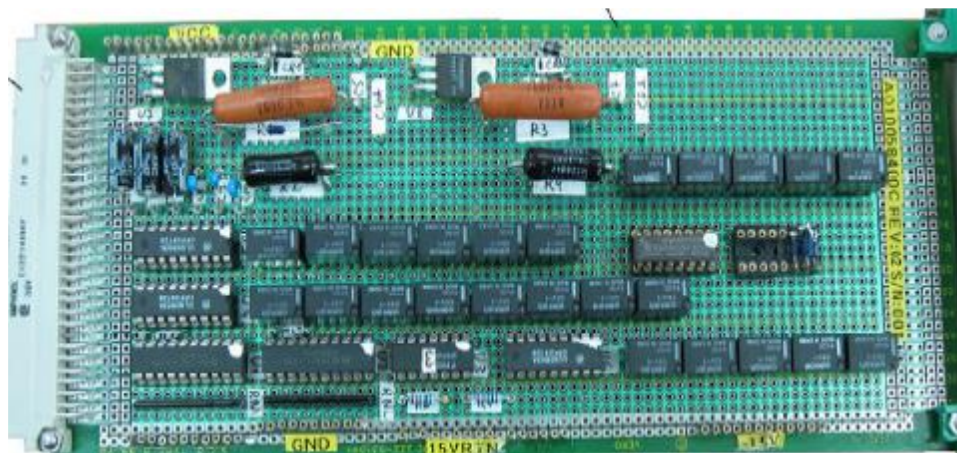
כרטיס ערוך מחייב את הפעולות הבאות :

1. תכן חשמלי ואישור בסקר פנימי במח' הנדסה של צבאן.
2. תכן מכאני + LAYOUT ראשוני .
3. התייחסות להספקים הקיימים בכרטיס ודרך ההתמודדות עם פיזור החום .
4. הגדרת כמות שכבות (חובה שכבת אדמה פנימית) .
5. הגדרת אופי הקווים (תיאום עכבות בקווי וידאו \ תקשורת , עובי מוליכים ועוד) .
6. יש להשאיר במקומות הפנויים PED ים פנויים למקרה של תפירות .
7. יש למקם נקודות בדיקה TEST POINTS .
8. בחירת רכיבים בעלי מינימום נמוך וזמן אספקה קצר .
9. הגדרת הוראות הרכבה ליצרן .
10. הגדרה של מסכה \ צילום רנטגן ע"פ הצורך .
11. קבלת הצעות מחיר ממספר עורכי כרטיסים .
12. קבלת הצעות מחיר לייצור הכרטיס ממספר יצרנים .
13. אישור של כל הסעיפים הנ"ל ממנהל הנדסה .

יש לזכור כי טעות בכרטיס ערוך לא ניתנת לתיקון , עלותו גבוהה (כסף וזמן) ולכן יש לבצע את התהליכים הקשורים בפיתוח כרטיס ערוך בקפידה תוך דגש רב על כל האספקטים הקשורים בכרטיסים ערוכים .

2.8.1 ייצור כרטיסי WW :

מיקום הרכיבים ע"י הכרטיס באמצעות התשובות והפינים מבוצע בשלב הראשון כולל סימון המרכיבים וצילום ההרכבה. בשלב השני נעשה חיווט כרטיסי ה-WW באמצעות חוטי WW בעובי 26-30 AWG בהתאמה לסוג האות. במידה ונדרש חוט עבה יותר יש לציין זאת בשרטוט וכן לעדכן את המחוות טרם התחלת ייצור הכרטיס. חיווט הכרטיס יבוצע כך שמתחים יחווטו בצבע אדום, קווי אדמה בצבע שחור, שאר הקווים בלבן. עדכון שרטוט ה-LAYOUT יבוצע תוך כדי הייצור במידה ויש סטיות מהתכן. בסיום הייצור לפני הרכבת הרכיבים תבוצע בדיקת "זמזום" לבדיקת החיווט.



2.8.2 ייצור כרטיס ערוך :

ייצור כרטיסים ערוכים יעשה ע"פ תקן IPC610-CLASS III. ייצור כרטיס ערוך יבוצע בייצור צבאן (רכיבי TH בלבד) או אצל קבלן חוץ במקרה של כרטיס עם רכיבי SMT. בכרטיסי SMT בעלי רכיבים מסוג SMT \ BGA מזעריים מחייבים להכין מסכה על מנת לייצר את הכרטיס, יש לקחת זאת בחשבון בעת התכנון \ תמחור \ זמני הייצור. כרטיסי SMT ייוצרו בהלחמת גל בהשמה ידנית או אוטומטית, יש לצרף לכל כרטיס הוראות עבודה טרם הוצאת העבודה.

3. רתמות

רתמות הינם האמצעי להעברת אותות חשמליים בין ההתקנים השונים של המערכת, סוגי הרתמות מגוון ומשתנה בכל מוצר ע"פ הצורך.

תכן הצמה מתחלק לשני חלקים : תכן מכאני (מבנה הצמה) ותכן חשמלי .

כל שרטוט מציין ברתמה את הפרטים הטכניים הדרושים לייצור הרתמה .

פרק זה יעסוק בנושאים הבאים :

1. תכן מכאני – מבנה צמות.
2. אמצעי פיצול והעברה SOLDER \ SPLICE ותפקידם.
3. סוגי חוטים והתאמה למחברים.
4. כיסויי צמות (DR , רשת , סיכוך ועוד) .
5. סימונים (החתמות) .
6. תיעוד צמה.
7. תהליך פריסת צמה .
8. תהליך חיבור המחברים .
9. בדיקת צמות (שקיעת פינים , מכשיר מגר ושימושיו, DITMIKO ושימושיו) .
10. יציקת מחברים.



3.1
 תכן מכאני לרתמה – מבנה צמה:

שרטוט המבנה המכאני של הצמה מתאר את מראה הצמה , אורך , מיקום המחברים , זווית כל מחבר , פיצולים ברתמה ואת הסימונים הדרושים לתיאור המחברים .

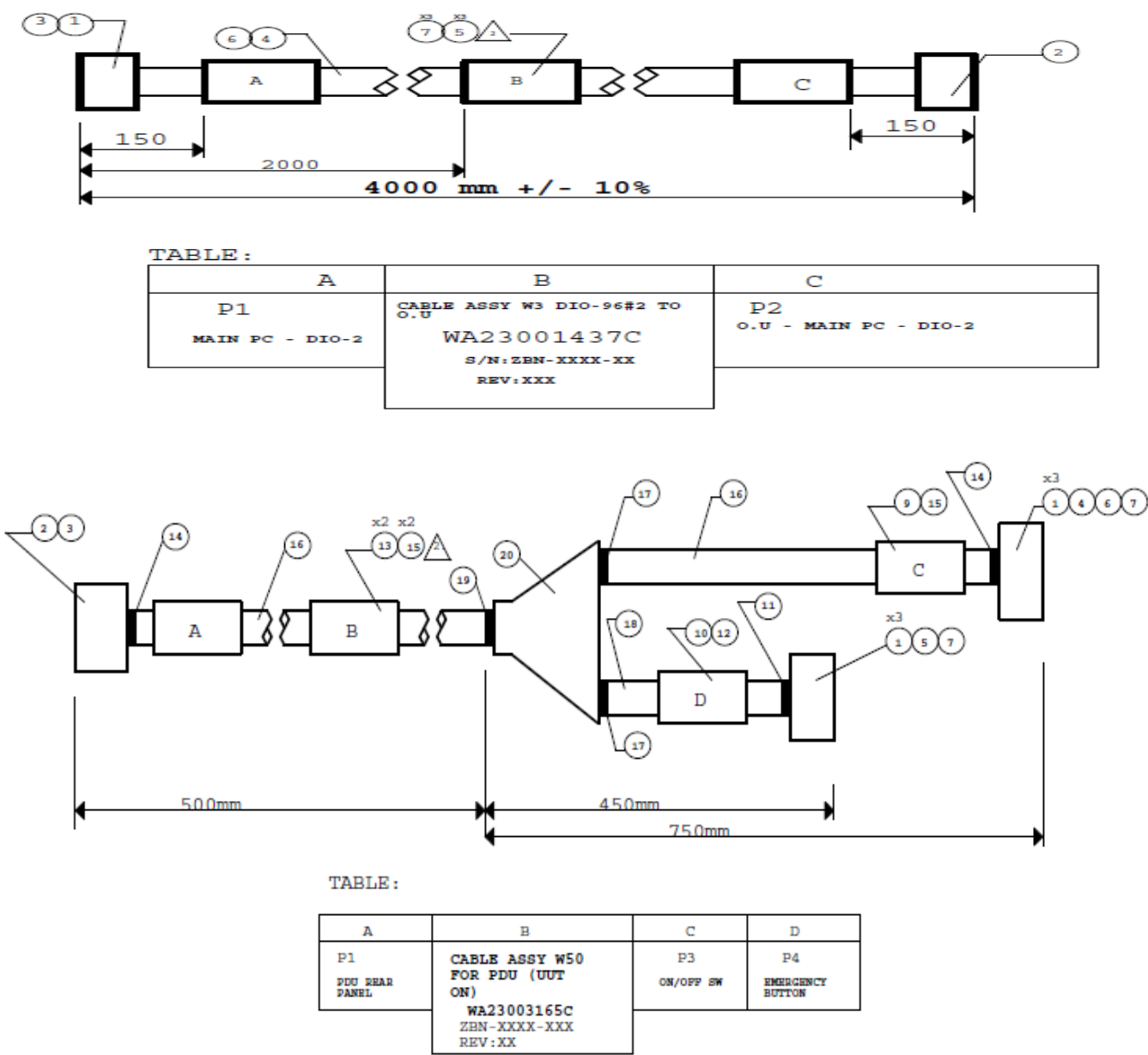
בניית הצמה ע"ג שולחן הפריסה מתבצע ע"פ השרטוט המכאני של הרתמה .

בחירת החוטים ושזירתם תעשה ע"פ השרטוט החשמלי של הרתמה .

כל 10 ס"מ יש להדק עם סרט דביק מסוג טפלון \ מילר על מנת לשמור על שזירת החוטים .

שזירת החוטים מקנה לצמה את החוזק המכאני וכן את הגמישות של הצמה.

להלן מספר דוגמאות לשרטוט מכאני של צמות :



3.2 אמצעי פיצול והעברה CRIMP SPLICE \ SOLDER SLEEVE ותפקידם :

במקרים רבים הגדרת דגם המחבר ופיני המחברים יאלצו אותנו לבצע התאמות שונות על מנת לחבר את החוטים. סוגי הפינים השכיחים ביותר במחברים הם פינים בדידים ופיני COAX . פינים בדידים במחבר מיועדים לחוטים בדידים ופיני COAX מיועדים לחוטי COAX .

תזכורת : עובי וסוג הפינים במחברים יקבעו את עובי וסוג החוט אותו ניתן לחבר למחבר .

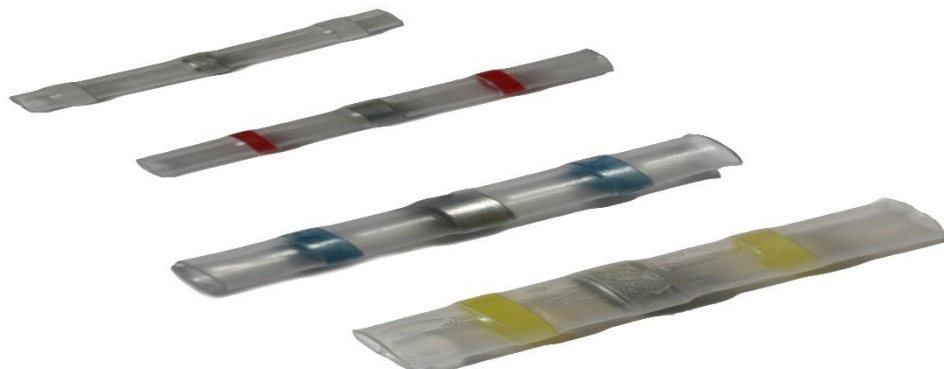
העברה \ פיצול של חוטים מתבצעת במקרים הבאים :

1. שינויי עובי החוט (מעבר בין 2 עוביים).
2. העברת חוט COAX לחוטים בדידים לצורך חיבור לפינים בדידים .
3. איחוד מספר חוטים לחוט בודד עבה יותר על מנת למנוע מפל מתח.
4. פיצול חוט בודד למספר יעדים.

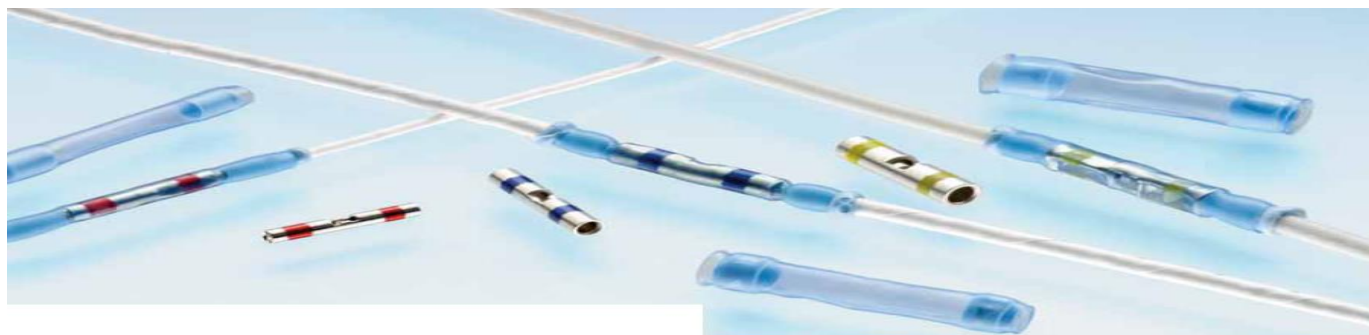
פיצול חוטים והעברות מתבצעים ע"י אמצעים סטנדרטיים הנקראים סולדרים או ספלייסים. מיקום הסולדרים \ ספלייסים בצמה אמור להתבצע במרחק של עד 5-7 ס"מ מן המחבר ע"פ כללי החיווט הצבאיים. בצמות עם BOOT יש למקם את הסולדרים תחת ה- BOOT (יוסבר בהמשך מהו BOOT).

דירוג של הסולדרים \ ספלייסים בצמה יעשה רק במקרים בהם יש כמות רבה של סולדרים בכדי לא ליצור בליטות בצמה . צמה בא בוצעו פיצולים רבים תאבד את גמישותה וכל כיפוף באיזור הסולדרים יכול לגרום לשבירה של הסולדר \ ספלייס. ברשימות החלקים של הרתמה יש לציין את כמות הסולדרים וסוגם בהתאמה לשרטוט החשמלי , מומלץ להיעזר במחלקת החיווט בעת הגדרתם.

שמו המקצועי של הסולדר הוא : SOLDER SLEEVE WIRE SPLICE.



שמו המקצועי של הספלייס הוא : MINI SEAL CRIMP SPLICE.



3.2.1 אמצעי פיצול מסוג SOLDER SLEEVE WIRE SPLICE :

אמצעי פיצול זה מורכב משרוול בידוד שקוף המכיל בתוכו טבעת בדיל במרכז וטבעות עם חומר אטימה בקצוות. ה- SOLDER ימוקם מעל החוטים החשופים כפי שמופיע בתמונה ועל ידי חימום שרוול הבידוד, טבעת הבדיל תימס ותחבר בין החוטים וטבעות האטימה נמסות גם הם ומכוצות על החוטים ומונעות את התפשטות הבדיל לכיוון הבידוד.

עובי ה-SOLDER ייבחר ע"פ עובי החוטים אותם נרצה לחבר (מומלץ להתייעץ עם מחוטת).

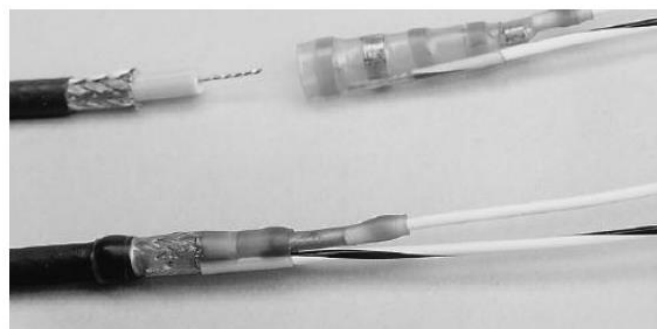
צבעי ה-SOLDER מציינים את קוטרם.

ניתן לחבר באמצעות ה-SOLDER מספר חוטים מעוביים שונים.

קיים גם SOLDER לחוטי COAX (ראה תמונה למטה).

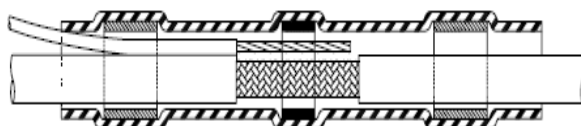


SolderSleeve Coaxial Cable Terminators



להלן מספר דוגמאות לשימוש ב- SOLDER :

1. פיצול בשיטת חלון :

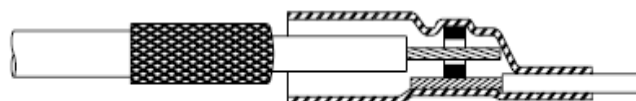
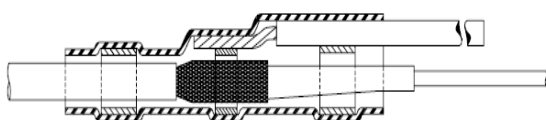


2. חיבור חוט לחוט :



3. העברה מחוט COAX ל- 2 חוטים בדידים :

חיבור הגיד המרכזי בתמונה משמאל, חיבור הסיכוך בתמונה מימין.



3.2.2 אמצעי פיצול מסוג MINI SEAL CRIMP SPLICE :

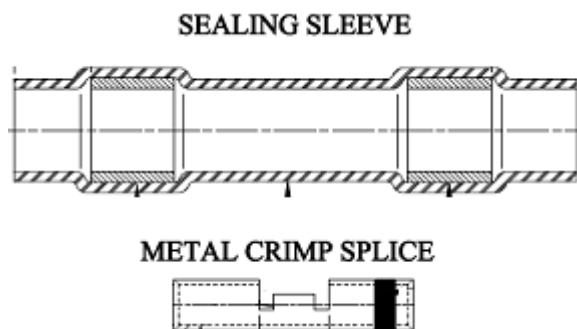
אמצעי פיצול זה מורכב משני חלקים : שרוול בידוד מתכווץ שקוף בעל טבעות אטימה וצינור מתכת לחץ .

פיצול החוטים באמצעי זה יבוצע באמצעות לחיצה של חוטים בתוך צינור המתכת משני צידיו וכיסויי באמצעות השרוול בידוד השקוף בעל טבעות האטימה.

עובי ה - SPLICE נקבע בהתאמה לעובי החוטים אותם רוצים לחבר.

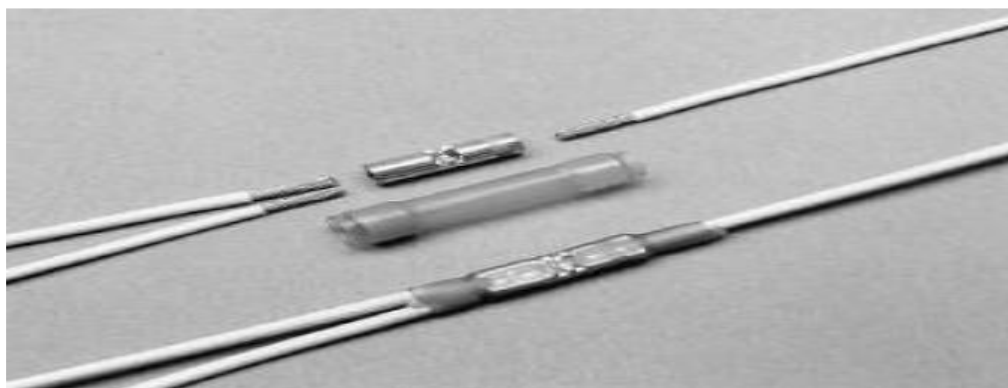
צבע ה - SPLICE מציין את קוטרו .

אמצעי זה קשיח יותר מסולדר וגם אמין יותר ולכן משמש בעיקר בחיווט בסטנדרט צבאי.
מחירו גבוה ולכן הוא לא נפוץ במוצרי צבאן.

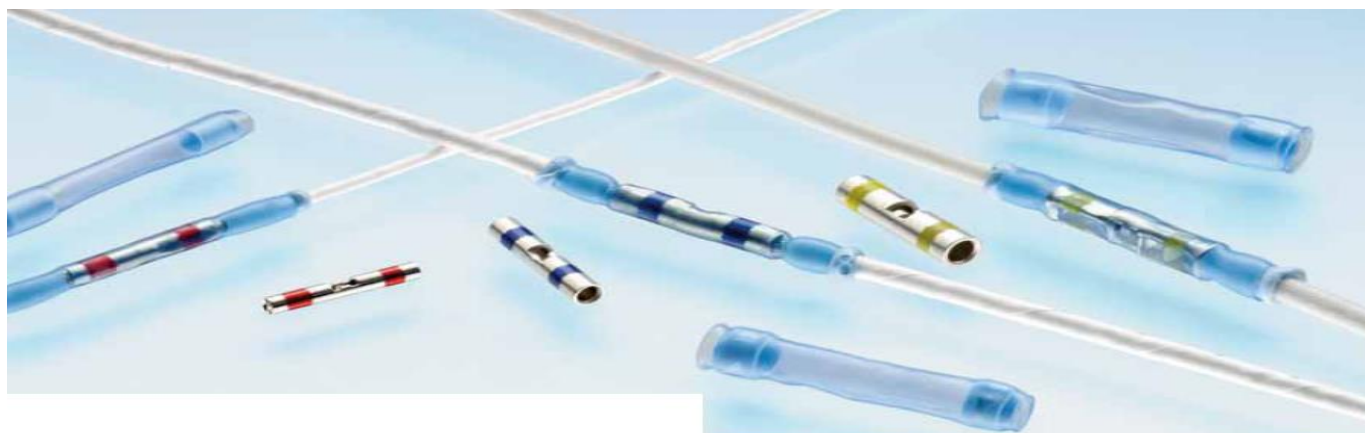


להלן מספר דוגמאות :

1. העברה מחוט בודד לזוג באמצעות SPLICE :



2. העברה מעובי קטן לגדול + מראה החלקים של ה - CRIMP SPLICE :



3.3 רתמות – סוגי חוטים והתאמתם למחברים :

סוגי החוטים ועוביים יבחרו לרתמות בהתאם ל: סוגי האותות, המתחים והזרמים אותם נרצה להעביר וע"פ טבלת הזרמים המוצגת בפרק 1 .
צבע החוטים ברתמות יהיה לבן (למעט חוטים שזורים המגיעים במספר צבעים).

חוטי COAX יהיו מסדרות המיועדות לרתמות לדוגמא : RG-179, RG-180, RG-316, TWINAX, TRIAX ועוד.

חוטים בדידים \ חוטים שזורים (TWISTED) יחוברו לפיני המחבר ע"פ עובי הפין .

במקרים בהם פניי המחבר דקים יותר מעובי החוט תבוצע העברה של חוט מעובי עבה לדק באמצעות SOLDER בקרבת המחבר (יש לזכור כי החוט הדק מסוגל להוליך פחות זרם מהחוט העבה ולכן המרחק חייב להיות קצר ככל האפשר).

במקרים בהם נרצה לחבר חוט COAX לפינים בדידים תבוצע העברה באמצעות SOLDER המותאם לחוטי COAX.

חיווט חוטי COAX לפיני COAX לא דורש העברה אלא התאמה בלבד של החוט לסוג הפין .

בבואנו לבחור חוטים יש להתחשב באורך הצמה על מנת שלא יתפתח מפל מתח רב על החוטים והאותות בקצה הצמה יונחתו.

המלצות שיקולי תכנון :

1. בחיבור מתחי הזנה מומלץ להשתמש בחוט עבה בשל התנגדותו הנמוכה , כך מפל המתח יהיה קטן יותר, אך יש לזכור כי פין המחבר מוליך כמות מוגבלת של זרם ולכן מומלץ להתחבר למספר פינים על מנת לתמוך בכמות הזרם הדרושה .
2. קווי תקשורת תמיד יועברו בחוטים שזורים ולעיתים גם בחוטים מסוככים TWISTED SHILED .
3. קווי תקשורת מסוג ETHERNET יועברו ברתמות באמצעות כבלי ETHERNET .
4. חוטי COAX ישמשו לאותות וידאו \ אותות מתואמי עכבות על מנת לא לפגוע בעכבת האות .
5. קווים דיפרנציאליים יועברו תמיד בחוטים שזורים (TWISTED).
6. יש להימנע ככל האפשר מפיצולים רבים ברתמות , מומלץ לבחור נכון את המחברים והפינים.
7. סיכוך צמה יאפשר עמידה טובה בתנאי סביבה רועשים .

חוטים לשימוש עתידי \ תחזוקה :

יש להשאיר בכל צמה חוטים עודפים על מנת לאפשר ביצוע שינויים \ תחזוקה לחוט שנפגע .
כמות החוטים העודפים יהיה בערך 10% מכל סוג והם יופיעו בשרטוט החשמלי של הרתמה.

3.4 כיסויי צמות (רשת, DR, סיכוך):

כיסויי החוטים ברמתה נועד להגן על החוטים מפני גורמים שונים, אנו משתמשים במספר סוגים של כיסויים לרמתות בהתאם למיקום הצמה במוצר ובצורך התפעולי.

כיסויי הצמה השימושיים ביותר הינם :

1. כיסויי רשת.
2. כיסויי גומי מסוג DR.
3. כיסויי להגנה מפני רעשים – סיכוך מתכתי.

כיסויי רשת:



כיסויי DR :



כיסויי סיכוך :

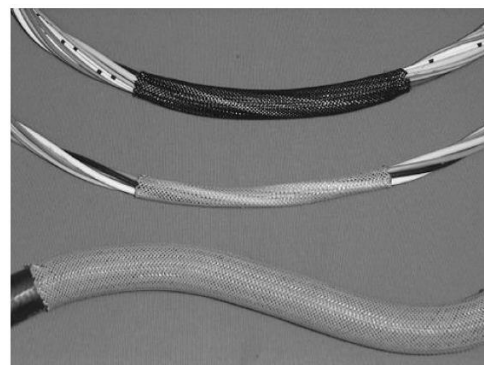


3.4.1 כיסויי רשת Cable Braid Expandable :

כיסוי זה משמש ברמתות להגנה מכאנית, הגנה מפני חתכים, הגנה מפני פיטריות. גמישותה הרבה של הרשת מאפשר לה לעצב את הצמה בכל צורה מתבקשת. עמידות הרשת בטמפרטורות נע במרבית המקרים בין -50 עד +150 מעלות צלזיוס (יש לוודא מול דפי נתונים). צבע הרשת - שחור. עובי הרשת נמדד ביחידות אינץ': 3/16", 1/8", 1/4", 1/2", 3/4", 1", 3/8".

הרשת היינו הכיסוי הנפוץ ביותר מהסיבות הבאות :

1. גמישות.
2. יכולת פתיחתו לצורך ביצוע תחזוקה \ שינויים.
3. מחיר זול.
4. מאפשר לרתמה להתאווור.
5. זמינות.



עובי הרשת יבחר ע"פ חישוב קוטר הצמה אם הצמה בקוטר 1/2" הרשת שתבחר תהייה בעובי 1/2". ברמתה עם רשת יש למקם בחלקו האחורי של המחבר מתאם הנקרא BACK SHELL אשר תופס את המחבר אל הרתמה ומהדק גם את הרשת. לכל סוג מחבר יש BACK SHELL המותאם לגודל המחבר.

BACK SHELL למחברי D38999 :



BACK SHELL למחברי DTYPE :



3.4.2 כיסויי גומי מסוג DR-25 :

כיסוי זה משמש ברתמות להגנה מפני נוזלים , הגנה מכאנית , הגנה מטמפרטורות קיצוניות, הגנה מכימיקלים , הגנה מאש.

כיסויי ה- DR לא גמיש במיוחד .

יחס הכיווץ של ה- DR הוא 1 : 2

עמידות ה-DR בטמפרטורות נע בין 75- עד 150 + מעלות צלזיוס .

צבע ה-DR - שחור .

עובי ה-DR נמדד ביחידות אינץש : 3/16" , 1/8" , 1/4" , 1/2" , 3/4" , 1" , 3/8" .

צמה אשר מכוסה בכיסויי DR נועדה לשמש במרבית המקרים בתנאי סביבה קשים ואטומים לנוזלים.

על מנת לאטום את הרתמה יש למקם ליד המחברים אלמנט הנקרא BOOT אשר מתכווץ ע"ג המחבר ובכך אוטם את הרווח בין ה- DR למחבר .
ה- BOOT יכולץ ע"ג אלמנט הנקרא BOOT SHRINK ADAPTOR , מוצר זה מהווה חוליה מקשרת בין חלקו האחורי של המחבר לחיבור ה- BOOT .
בצמות בעלות פיצולים יש למקם בצמה BOOT TRANSITION מעבר המשמש לאטימת הפיצול .

TRANSITION BOOT 	BOOT ADAPTOR 
BOOT ע"ג רתמה : 	: BOOT 

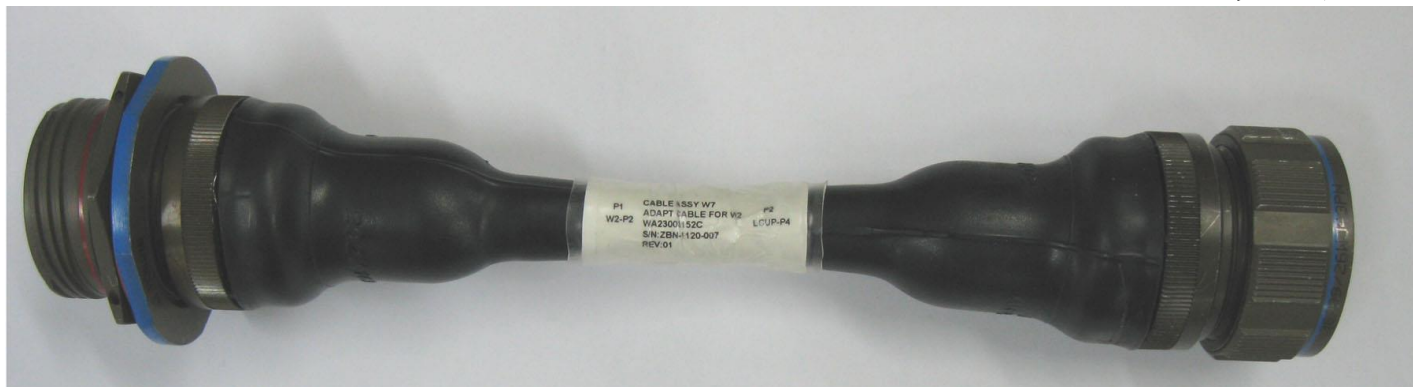
צמות עם DR מכווצות בחום גבוה ויש להימנע משימוש בחוטים אורחיים בתוך רתמות אלו לדוגמא :
חוטי USB \ ETHERNET עלולים להיפגע כתוצאה מהחום הדרוש לכיווץ הצמה .

בחירת עובי ה- DR יעשה בשיטה הבאה :

מחשבים את עובי הרתמה ע"פ סוגי החוטים ואז ה-DR המתאים יהיה מידה אחת יותר.

לדוגמא : אם הרתמה בעובי 1/2" , ה- DR המתאים יהיה 3/4".

דוגמא לרתמה עם DR ו-BOOT :



ניתן להבחין ברתמה במרכיבים הבאים :

1. ב-BOOT .
2. BOOT ADAPTOR מתאם מכאני אליו מודבק ה-BOOT באמצעות דבק ייחודי.
3. כיסויי ה-DR מוסתר ע"י ההחתמה.
4. מחברים מסוגים שונים , מחבר פנל ומחבר כבל.
5. החתמה (סימון לזיהויי הצמה).

3.4.3 כיסויי הגנה מפני רעשים – סיכוך מתכתי:

כיסוי זה משמש בריתמות להגנה מפני רעשים אלקטרו מגנטיים (EMI-RFI).
הגנת הסיכוך נועדה להקנות לצמה הגנה מפני רעשים חיצוניים לצמה והן להגן מפני פליטת רעשים מהצמה.

כיסויי הסיכוך גמיש כאשר הוא נבחר בקוטר מתאים ותמיד ימוקם תחת רשת או DR.

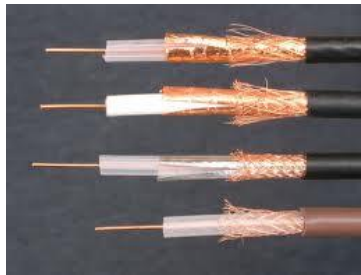
כיסויי הסיכוך מוסיף משקל משמעותי לצמה:

עובי הסיכוך נמדד ביחידות אינטש: 1/8", 1/4", 1/2", 3/4", 1", 3/8".

צמה אשר מכוסה בכיסויי סיכוך נועדה לשמש במרבית המקרים בתנאי סביבה קשים ורועשים.

שימוש בסיכוך יעשה ע"פ הצורך וע"פ סוגי האותות הנדרשים לצמה, צמות מתחים ותקשורות ימוגנו באמצעות סיכוך היקפי במקרים רבים.

חסינות הסיכוך נחוצה בעיקר בצמות חיצוניות לארון על מנת להקנות הגנה מפני הרעשים הסביבתיים ובכך לא תהייה הפרעה לאותות העוברים בצמה מפני גורמים רועשים הנמצאים סביבה.



חוטים רבים מכילים סיכוך פנימי על מנת להקנות הגנה זו.
להלן מספר דוגמאות לחוטים בעלי סיכוך פנימי:

1. חוטי COAX.
2. חוטים שזורים TWISTED SHIELD.
3. כבלי RF שונים.
4. כבלי תקשורת CAT5-7.

דוגמא לרתמה המכוסה סיכוך הקיפי:



נהוג בריתמות בעלות סיכוך לחבר את הסיכוך ל- BOOT ADAPTOR \ BACKSHELL על מנת לשמור על רציפות הארקה בין המוצרים המחוברים באמצעות הרתמה.

תקני CE בודקים את החסינות לרעשים של המוצר באמצעות הקרנה של אותות אלקטרומגנטיים על צמות וכן את הקרינה הנפלטת מן הצמות אל הסביבה.

3.5 סימונים (החתמות).

זיהויי מחברי הרתמה ופרטי הזיהוי של הרתמה מוטבעים ע"ג הרתמה באמצעות סימונים .
ליד כל מחבר יצוין מספרו ויעד החיבור של המחבר בשיטת dummy proofed .
במרכז הצמה יצוינו הפרטים הבאים :

1. תאור הצמה (זהה לתיאור ב- MRP ובשדה הכותרת של השרטוט).
2. מק"ט צבאן .
3. מק"ט לקוח במידה וקיים.
4. מספר סידורי.
5. מהדורה.

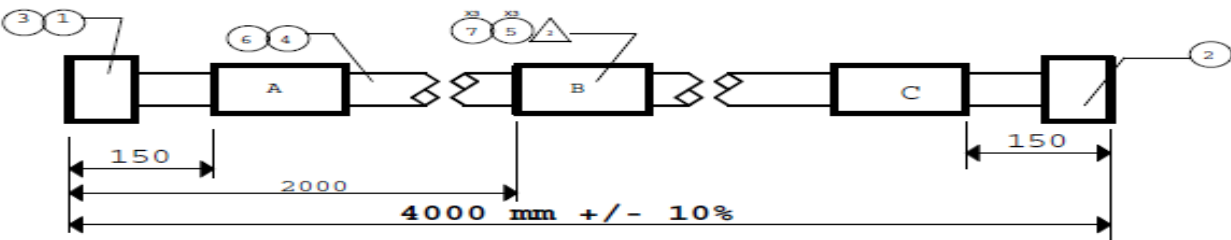


TABLE :

A	B	C
P1 MAIN PC - DIO-2	CABLE ASSY W3 DIO-96#2 TO O.U WA23001437C S/N: ZBN-XXXX-XX REV:XXX	P2 O.U - MAIN PC - DIO-2

ביצוע ההחתמות יעשה באמצעות שרוול בידוד מתכווץ (SHRINK) לבן \ צהוב עליו תמוקם מדבקה עם הכיתוב ועליו ימוקם שרוול בידוד מתכווץ בצבע שקוף להגנה.
שרוול הבידוד המתכווץ השקוף יכסה את הלבן בלפחות 5 מ"מ מכל צד.
שיטת הסימון יכולה להתבצע גם באמצעות מדפסת המדפיסה ע"ג השרוול בידוד הלבן (לא קיים בצבאן) .
צבע הכיתוב יהיה בקונטרסט לצבע השרוול המתכווץ - לרוב צבע שחור .
סימון המחברים יבוצע בסמיכות למחברים עד 30 ס"מ מן המחבר .
בצמות ארוכות מעל 10 מטר יש לבצע סימון מרכזי (זיהויי צמה) כל 5 מטר , יש לציין זאת בשרטוט המכאני של הרתמה.



צמות קנויות יסומנו באמצעי סימון אשר מחובר לרתמה באמצעות אזיקונים (VW31000367C).

סימון המחברים בצמה יתחיל תמיד משמאל לימין והמחבר הראשון יקרא P1 .

המספר הסידורי יוגדר עלי ידי הלקוח או על ידי צבאן .

דוגמאות לסימונים ע"ג בצמות :



****הערה: חובה למקם בצמה 2-3 סימניות ריקות לצורך ביצוע שינויים בעתיד**

3.6 תיעוד רתמה.

תיעוד רתמה נעשה ע"י סימון מרכיבי רשימת החלקים ע"ג השרטוט המכאני של הרתמה.
רשימות החלקים (רשימת זווד) מכילה את כל מרכיבי הצמה :

1. מחברים + פינים.
2. אביזרים - BOOT ADAPTOR , BACK SHELL .
3. כיסויי הצמה (רשת , DR , סיכוך) .
4. חוטים .
5. אביזרי פיצול במידה ונדרש.
6. שרוולים מתכווצים לסימונים.
7. שרוולים מתכווצים לעיבויי .
8. מעברי פיצול TRANSITION BOOT לפי הצורך.

לכל מחבר \ אביזר ברשימת החלקים ירשם שמו בשדה ה- REFERENCE (ראה דוגמא) .
אין צורך ואף מיותר לרשום את יעד המחבר ותפקידו (זה לא חלק מתיעוד הרתמה) .
הסימון יבוצע באמצעות בלון (ראה דוגמא בשרטוט המכאני) עם מספר ה- ITEM של הפריט ברשימות החלקים .
כל פריט יסומן בשרטוט בהתאם לכמות (סימון Xכמות) .
השרטוט המכאני יכנס לתיעוד תחת השדה ASSEMBLY DRAWING ב- MRP .
**הערה : אנו מתעדים את כל השרטוט חשמלי ומכאני לשדה זה על מנת לא להפריד את השרטוט לשני חלקים .

Page No 1 of 2

02-09-2010 13:59:32

PART LIST

LAST UPDATE : 13-12-2006 ECO : 1237 REV : 01 MPG : NO ECP :

CMD	ASSEMBLY	DESCRIPTION	IDENT	REV	MPG	ECP	
WA	23002143C	CABLE ASSY W22 UUT P.S 2 CONTROL TO O.U		01	NO		
ITEM	CMD	PART NO#	DESCRIPTION	IDENT	QUNTTY	REFERENCE DESIGNATION	M_B UNITS CLS REV
1	PO	21000134C	HOOD F/D-TYPE #25/44 STR PLAS		2.00	FOR P1,P2	B UNITS A 1
		VENDOR : AMPHENOL	VENDOR PART NO# : G17Z25002 (BLACK)				
		VENDOR : טראנס אלקטריק	VENDOR PART NO# : DEHD-25P001				
		VENDOR : AMPHENOL	VENDOR PART NO# : G17Z25006 (GRAY)				
2	PO	21000233C	CONN D-TYPE 25P CRIMP	114016555	2.00	P1,P2	B UNITS A 1
		VENDOR : CONEC	VENDOR PART NO# : 163X10039X				
		VENDOR : DAEC	VENDOR PART NO# : DB-25 PROCD1				
		VENDOR : AVDOR	VENDOR PART NO# : DC-25P				
3	PO	21000647C	CONTACT PIN FOR D-TYPE MIL-C-24308 20AWG	PIN FOR DT	50.0	FOR P1,P2	B UNITS A 1
		VENDOR : AVDOR	VENDOR PART NO# : M39029/64-369				
4	VW	31000003C	TUBE SHRINK 2:1-1/2"-BLACK	127103075	0.20		B METER A 1
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : VERSAFIT-1/2-0-FSP				
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : CGPT-12.7/6.4-0				
		VENDOR : ALPHA WIRE CORP	VENDOR PART NO# : FIT-221-1/2				
5	VW	31000004C	TUBE SHRINK 2:1-1/2"-WHITE (M23053/05-108-9)	M23053/05	0.20		B METER A 1
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : RNF 100-1/2"-9				
		VENDOR : ALPHA WIRE CORP	VENDOR PART NO# : FIT-221-1/2				
		VENDOR : 3M	VENDOR PART NO# : FP301-1/2				
6	VW	31000005C	TUBE SHRINK 2:1-1/2"-CLEAR	127102447	0.20		B METER A 1
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : CGPT-12.7/6.4-X				
		VENDOR : ALPHA WIRE CORP	VENDOR PART NO# : FIT-221-1/2				
7	VW	31000046C	CABLE BRAID POLYESTER EXPANDABLE-3/8"	EXPAND03/8	2.75		B METER A 1
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : RP-PETM-10-0-SP				
		VENDOR : PANDUIT	VENDOR PART NO# : SE38P-MRP (1000ft)				
		VENDOR : PANDUIT	VENDOR PART NO# : SE38P-TRO (200ft)				
8	VW	31000139C	TUBE SHRINK 3:1-24/8 ATUM MIL-C-23053/4-3	ATUM 24/8	0.20		B METER A 1
		VENDOR : RAYCHEM	VENDOR PART NO# : ATUM 24/8				

להלן שרטוט מכאני הכולל את הבלונים המציינים את מרכיבי הרתמה :

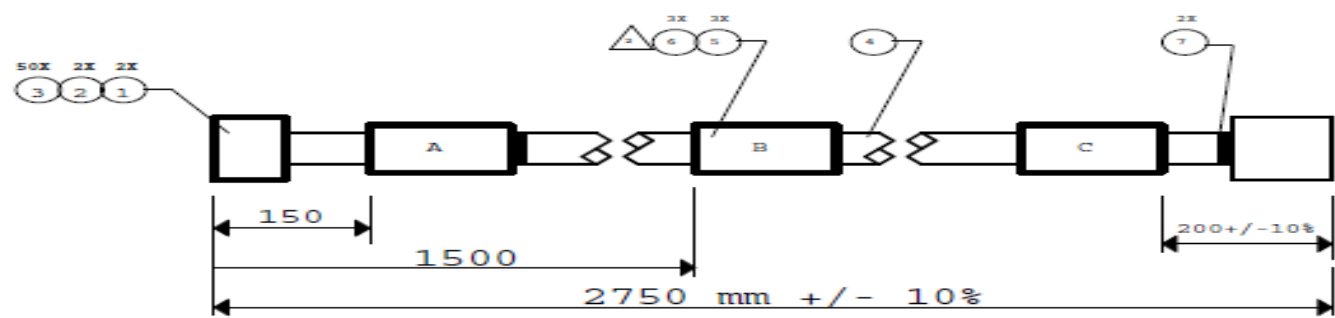


TABLE:

A	B	C
P1 UUT PS-2 CONTROL	CABLE ASSY W22 UUT P.S 2 CONTROL TO O.U WA23002143C S/N:ZBN-XXXX-XX REV:XXX	P2 UUT P.S2 (J1)

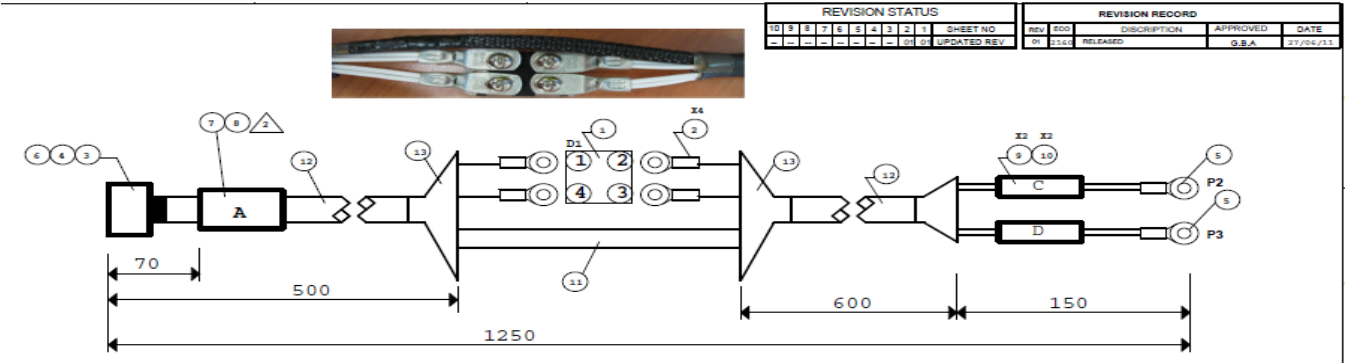
ניתן לראות כי כל הפריטים המרכזיים מופיעים בשרטוט המכאני למעט חוטים.
חיבור הבלון אל הפריט יעשה בקווים אלכסוניים.
יש לציין את מידות הצמה ומיקום כל מרכיב .
טבלה מרכזת לכל ההחתמות תמוקם בתחתית השרטוט המכאני .
אפיצות המידות בצמה יקבע בהתאם לצורך , בד"כ אנו נוהגים להרשות 10% סטייה .
יש לשים לב כי עובי הצמה עלול להכתיב את כמות הכיתוב ע"ג הצמה , לא להרבות במלל ברתמות דקות !!
בתחתית העמוד יש לציין את ההנחיות המיוחדות לייצור הרתמה לדוגמא :

NOTES :

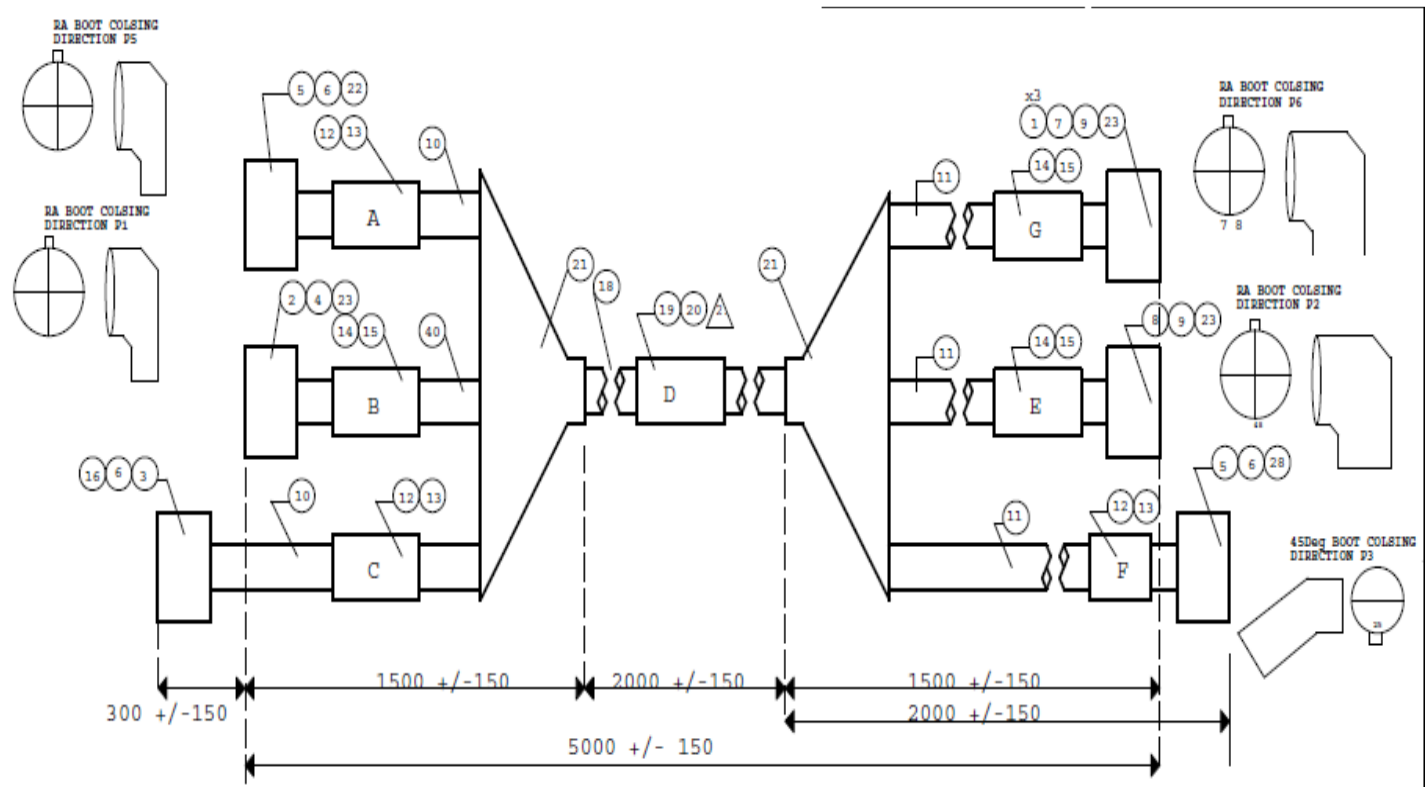
1. STAMP ACCORDING TO THE TABLE .
2. IDENTIFY THE ITEM BY ITS PART NUMBER AND REFERENCE DESIGNATION.
USE CHARACTERS AT LEAST .062 IN. HIGH , WITH WHITE OR BLACK IN CONTRAST TO THE ITEM.
3. TOLERANCE OF CABLE LENGTH IS +/-10%
4. ALL DIMENTIONS ARE IN mm

מחברים \ מרכיבים מיוחדים דורשים לעיתים שרטוט של המבנה שלהם LAYOUT על מנת להקל על המחווט בזמן הייצור אם נדרש מומלץ גם לצרף תמונה .

דוגמא לצילום מרכיב ייחודי ושילובו בשרטוט :

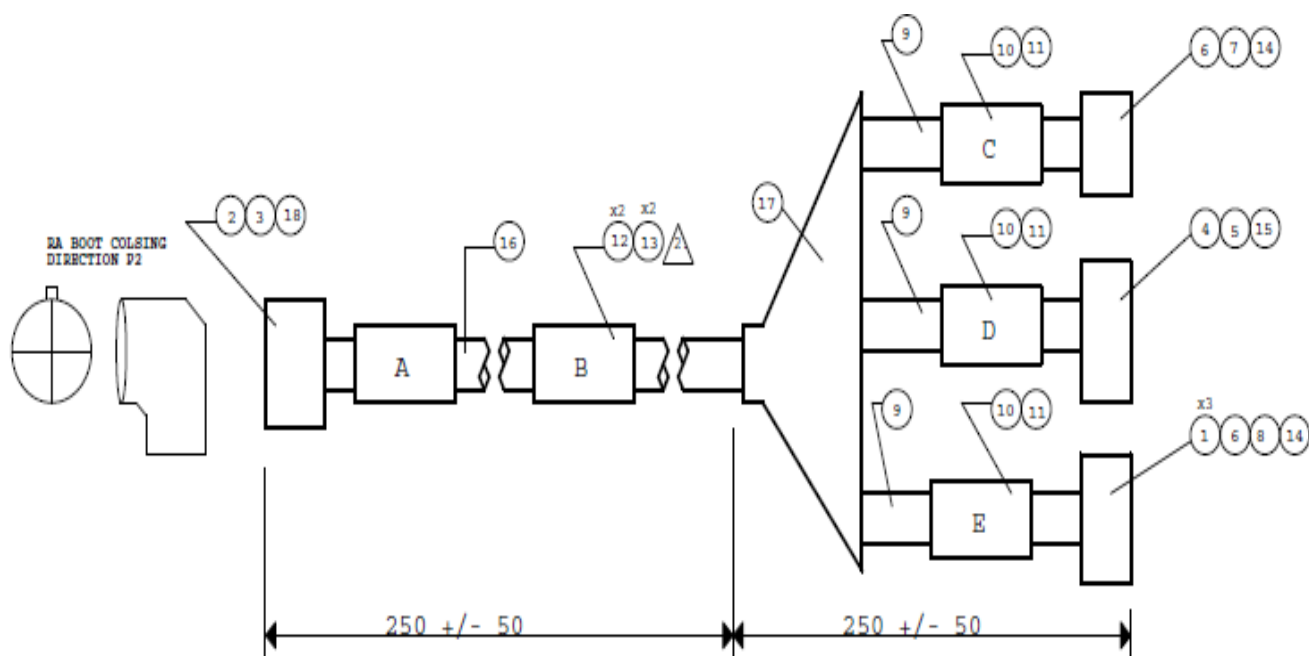


תיעוד מחברים אשר יורכבו בזווית יצוינו בשרטוט בצורה הבאה :



יש לציין את מיקום השגם המרכזי במחבר ואת הזווית הרצויה.

דוגמא נוספת :



3.7 תהליך פריסת צמה.

תהליך פריסת הצמה מבוצע כשלב ראשון בייצור הרתמות .
 בתהליך זה ממקמים ע"ג שולחן הפריסה את החוטים ע"פ השרטוט המכאני והחשמלי.
 לאחר פריסת החוטים מבצעים שזירה לצמה על מנת להקנות חוזק מכאני וגמישות לרתמה .
 בסיום השזירה כל 10 ס"מ יש להדק עם סרט דביק מסוג טפלון \ מייילר על מנת לשמור על שזירת החוטים .
 בשלב הבא מצפים את הצמה בכיסויים הנדרשים : רשת , סיכוך , DR .
 הכנסת בידודים מתכווצים למקומם ע"פ השרטוט (לא מכווצים עדיין) .
 סימון המחברים עבור המחווט בקצות הרתמה .
 מעבירים את הרתמה להמשך תהליך החיווט.

בסיום החיווט תבוצע סגירה של הרתמה תהליך הכולל :

1. מתיחת הרשת \ כיווץ ה- DR .
2. סגירת BACKSHELL \ כיווץ BOOT ע"ג המחברים .
3. כיווץ ההחתמות (כיווץ שרוולי הבידוד) .
4. בדיקה סופית QC .

****הערה :** תהליך זה יורחב בקורס החיווט .

3.8 בדיקת צמות (שקיעת פינים , מכשיר מגר ושימושיו, DITMIKO ושימושיו).

בדיקת צמות נעשית בתהליך הייצור ובסופו .
בדיקות בתהליך :

1. בדיקת השזירה (בדיקה שאין פיתולים , שלמות בידוד החוטים , מיקום תקין של הטפלון \ מייילר) .
2. בדיקת טיב הלחיצה \ הלחמה של הפינים – בדיקה ויזואלית .
3. בדיקת איכות הפיצולים (סולדרים) – בדיקה ויזואלית .
4. בדיקות ייעודיות בהתאם לסוג הרתמה .

בדיקות בסיום הייצור :

1. שלמות הרשת \ DR - ללא פגיעות , הדבקה תקינה של BOOT – בדיקה ויזואלית .
2. בדיקת שקיעת פינים במחברים צבאיים – יבוצע באמצעות כלי ייעודי .
3. בדיקת איכות הבידוד - יבוצע באמצעות מכשיר הנקרא "מגר " על שם היצרן הפופולארי .
4. בדיקת רציפות - יבוצע באמצעות "זמזם" \ מגר \ מד התנגדות DVM .
5. בדיקת שלמות ותקינות הסימניות – בדיקה ויזואלית .
6. בדיקת התאמה למידות ע"פ השרטוט – יעשה באמצעות מטר סטנדרטי .

3.8.1 בדיקת שקיעת פינים :

מבוצע באמצעות כלי קפיצי אשר בודק את נעילת הפין במחברים צבאיים D38999 בעיקר .

3.8.2 בדיקת רציפות :

בבדיקת רציפות נבדקת שלמות החוט , נבדק באמצעות "זמזם" \ מד התנגדות \ מגר בין כל פין לפין ע"פ השרטוט החשמלי (בדיקה חיובית) .

3.8.3 בדיקת איכות הבידוד (בדיקת פריצה) :

הבדיקה מבוצעת בין החוט לסיכוך באמצעות מגר אשר דוחף בצורה פתאומית מתח וזרם גבוהים בחוט ובודק האם נוצר קצר רגעי , אם נוצר קצר רגעי זאת אומרת שהבידוד של החוט פגוע במקום כלשהו ולא מספק הגנה מספקת כדי למנוע קצר לסיכוך , הבדיקה מתבצעת בד"כ על מתח פריצה של 500 וולט .
****הערה : בזמן בדיקה זו אסור לגעת בחוטים מחשש להתחשמלות , אז נא לשים לב !!**

3.8.4 דיטמיקו (ציוד בדיקה לרתמות) :

המכשיר נקרא "דיטמיקו " על שם היצרן הפופולארי .
 מכשיר בדיקה חשמלי ממוחשב אשר מבצע בדיקות לרתמות באופן אוטומטי ע"פ תוכנה הנכתבת לכל רתמה .
 המכשיר מסוגל לבצע את הבדיקות הבאות :
 רציפות חיובית (פין מול הפין המחובר אליו - קצר) , רציפות שלילית (כל פין נבדק מול כל שאר הפינים - נתק) , פריצה לסיכוך , פריצה חיובית ושלילית , הפעלת ממסרים , ועוד .
****הערה :** המוצר לא קיים במפעל צבאן , מיועד בעיקר ליצרנים המייצרים הרבה רתמות מאותו סוג .

3.9 יציקת מחברים.

מחברים עדינים לעיתים קרובות לא נמכרים עם יכולת חיבור לאמצעי עגינה HOOD \ BACK SHELL ועל כן יש ליצור עבורם את החיזוק המכאני הדרוש בכדי למנוע שליפה של הפינים מהמחבר .

ביצוע החיזוק נעשה ע"י הוספת דבק מסוג SCOTCH CAST או EPON על חלקו האחורי של המחבר לאחר החיווט .

יציקה מבוצעת בשלבי הסגירה של הצמה או על צמה סגורה .

הגדרת גודל היציקה תופיע בשרטוט המכאני של הצמה .

לעיתים נדרש להכין תבנית לצורך היציקה במידה ורוצים שהדבק ישמש כ- BACKSHELL .

להלן רשימה של מחברים בהם נדרש לבצע יציקה :

1. מחברי NICOMATIC .
2. מחברי SAMTEC .
3. מחברי מיני ומיקרו D-TYPE .
4. כל מחבר ל- PCB הנמצא ברתמות (פינים עדינים הניתנים לשבירה בקלות) .
5. כל מחבר עדין בו רוצים להגן על נקודות החיבור לחוטים .

4. תיעוד

תיעוד הוא שם כללי לתיק הייצור הנוצר מעצם פיתוח מוצר הכולל מרכיבים שונים .
 תיעוד המוצר נעשה ע"י תיעוד אוסף של הרכבות אשר מסודרות בצורה היררכית בהתאם למוצר .
 התיעוד יעשה ע"י תיעוד החלקים המרכיבים את המוצר ע"פ רשימות החלקים של כל מכלול.
 תיעוד המוצר נאסף מתחילת הפרויקט ועד סופו , ומועבר ללקוח בסיום התהליך.
 תיעוד המוצר נשמר ב- HARD COPY במחלקת התיעוד ובמערכת ה- MRP הממוחשבת .
 הפקת תיק התיעוד נעשית אוטומטית ע"י מערכת ה- MRP באמצעות מסך ייעודי לפעולה זו.
 בתיעוד המוצר קיימים מספר סוגי הרכבות, הכוללות פריטים שונים בהתאם לסוג ההרכבה.
 תיק התיעוד מורכב ממספר חלקים :

1. רשימות חלקים Part List.
2. עץ מוצר גרפי Family Tree.
3. סכמת בלוקים Block Diagram.
4. שרטוטים חשמליים Electrical Drawings .
5. שרטוטי הרכבה Assembly Drawings .
6. שרטוטים מכאניים Mechanical Drawings .
7. הוראות הרכבה Assembly Instructions .
8. מפרטי מדריכים שונים Manual .
9. שרטוטי LAYOUT לכרטיסי PCB .
10. תמונות כלליות Item Pictures .
11. תיעוד תוכנה Software Documents .
12. תוכן עניינים.

על מנת להבין מהו תיעוד וכיצד הוא נעשה נרחיב את הידע בנושאים הבאים :

1. מהו פריט בודד.
2. מהי הרכבה ואיזה סוגי הרכבות קיימים.
3. עץ מוצר – הגדרה ותכנון מבנה העץ.
4. כיצד מתעדים הרכבה.
5. הנדסת תצורה למוצר (ECO) דירוג גרסאות , מתי משתנה המק"ט (כלל ה- FFF).
6. תיעוד תוכנה.

4.1 פריט :

רשימות החלקים של המוצר מכילה אוסף של פריטים והרכבות אשר מרכיבים את המוצר (חוטים , נגדים , מתכות , מחברים , כרטיסים , ועוד).

כל פריט מקוטלג במערכת ה- MRP בצורה פרטנית , ולכל פריט ההגדרות הבאות :

- 1. מק"ט צבאן.
- 2. תיאור הפריט.
- 3. מק"ט יצרן ושם היצרן.
- 4. מחיר (יוכנס אוטומטית ע"י המערכת בעת ההזמנה).
- 5. מיינום מלאי.
- 6. תאור נוסף EXTRA DESCRIPTION (משמש לתיאור מפורט \ מפרט טכני ועוד)
- 7. מק"ט לקוח במידת הצורך (שדה IDENT).
- 8. סוג המוצר SUPPLY , BUY , MAKE .

לכל סוג פריט יש במק"ט צבאן קידומת הכוללת 4 אותיות \ ספרות המציינות את סוגו באנגלית COMODETY .
על מנת לתאר את סוג הפריט נציין את שתי האותיות הראשונות בלבד , להלן מספר דוגמאות לסוגי פריטים :

- 1. מוצר קנוי MO19XXXXXXC
- 2. חוט WO27XXXXXXC
- 3. נגד RO17XXXXXXC
- 4. קבל CO11XXXXXXC
- 5. ממסר KO14XXXXXXC
- 6. הרכבה אלקטרונית AO10XXXXXXC
- 7. רתמה WA23XXXXXXC

רשימת כל סוגי הפריטים ניתן למצוא ב-MRP בקלות בחלון ITEM SEARCH .
**הערה : האות C בסוף המק"ט לא מציינת דבר (היסטוריה ממערכות דומות).

4.2 הרכבה.הרכבה הינה מוצר בודד אשר מיוצר ומתועד כיחידה בודדת ללא קשר או תלות למוצר בו הוא מורכב או מתפקד.

הרכבה הינה אוסף של פריטים בדידים המרוכזים ברשימת חלקים אחת מהם מייצרים מוצר או מתעדים מוצר. כל הרכבה כוללת פריטים שונים מסוגים שונים בהתאם למוצר.

סוגי ההרכבות הקיימים במערך התיעוד הם:

1. הרכבה ריכוזית היררכית.
2. הרכבה אלקטרונית.
3. הרכבה מכאנית.
4. רתמה.
5. הרכבה ראשית ECPK.

4.2.1 הרכבה ריכוזית היררכית:

תפקידה של הרכבה זו לרכז מספר סוגי פריטים, הרכבות ע"פ מיקומם \ שימושם במוצר ללא קשר ליכולת הייצור, רק לצורך סדר והבנה של המוצר.

לדוגמא: הרכבה הכוללת את כל הצמות הפנימיות של המערכת CABLE SET INTERNAL.

קטלוג הרכבה זו היינו מסוג AO (הרכבה אלקטרונית).

תיעוד מוצר זה יכול: רשימת חלקים, שרטוטי הרכבה, שרטוטים חשמליים, מפרטים, הוראות הרכבה, תמונות, הוראות התקנה ועוד.

4.2.2 הרכבה אלקטרונית:

הרכבה אלקטרונית כוללת בתוכה מרכיבי אלקטרוניקה ומכאניקה ומתארת מוצר בודד אשר ניתן לייצור.

לדוגמא: כרטיס אלקטרוני, תיבה אלקטרונית ועוד.

קטלוג הרכבה זו היינו מסוג AO (הרכבה אלקטרונית).

תיעוד מוצר זה יכול: שרטוטי הרכבה, שרטוטים מכאניים, שרטוטים חשמליים, רשימות חלקים, מפרטים, הוראות הרכבה, תמונות.

4.2.3 הרכבה מכאנית:

הרכבה מכאנית כוללת בתוכה רק מרכיבי מכאניקה אשר יוצרים מכלול \ מוצר בודד אשר ניתן לייצור.

לדוגמא: אוסף כבלים.

קטלוג הרכבה זו היינו מסוג BO (הרכבה מכאנית).

תיעוד מוצר זה יכול: רשימות חלקים, שרטוטים מכאניים, הוראות הרכבה, מפרטים, תמונות, שרטוטי הרכבה, "שרטוטי פיצוץ", מודלים מכאניים.

4.2.4 רתמה:

רתמה אלקטרונית כוללת בתוכה מרכיבי אלקטרוניקה ומכאניקה ומתארת רתמה בודדת אשר ניתן לייצור.

קטלוג הרכבה זו היינו מסוג WA (רתמה אלקטרונית).

תיעוד מוצר זה יכול: שרטוטים מכאניים, שרטוטים חשמליים, רשימות חלקים, מפרטים, הוראות הרכבה, תמונות.

4.2.5 הרכבה ראשית ECPK:

ההרכבה הראשית משמשת כהרכבה ראשית של המוצר בשונה מהרכבות מרכזות על מנת לבצע הפרדה ביניהם.

הרכבה זו מרכזת תחתיה את כל המכלולים הראשיים (בד"כ הרכבות TOP שהן הרכבות ריכוזיות היררכיות) של המוצר.

סימון הרכבה זו היינו EC, אך אנו נוהגים להשתמש במילה PK לתיאור הפריט.

תיעוד מוצר זה יכול: רשימות חלקים, מפרטים שונים, מסמך ATP של המוצר, הוראות התקנת תוכנה, תיקי בחינה לתנאי סביבה (במידה ויש) ועוד.

4.3 עץ מוצר – הגדרה ותכנון מבנה העץ.

עץ המוצר הינו רשימת חלקים בתצוגה גרפית הנגזר מרשימות החלקים. בשלבי התכנון הראשוניים עץ המוצר משמש **כשלד מבני לרשימות החלקים** ובכך מאפשר למתכנן להגדיר כל הרכבה ע"פ סדר היררכי הגיוני. התצוגה הגרפית מתארת בצורה היררכית את ההרכבות במוצר, על מנת להקל על המתכנן בהבנת המוצר. הכנת רשימת חלקים של המוצר תעשה לפי תתי מכלולים (הרכבות) ולא ברשימה אחת הכוללת הכול. בשלבי התחזוקה של המערכת (לאחר מסירת המוצר ללקוח) עץ המוצר מאפשר למתחזק יכולת הבנה מהירה של המוצר ויכולת תחזוקה מהירה יותר בזיהוי מרכיבי המערכת התקולים.

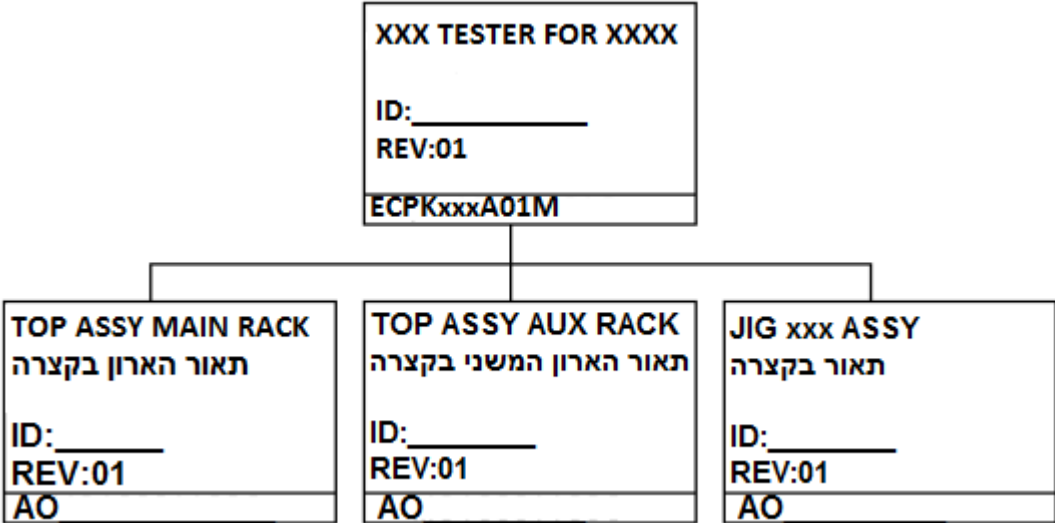
עץ המוצר לא מכיל את כל פריטי המערכת, רק את הפריטים המרכזיים הבאים:

- 1. הרכבה ראשית ECPK.
- 2. הרכבות מסוג AO.
- 3. מוצרים קנויים MO.
- 4. רתמות WA.
- 5. הרכבה מכאנית BO.

מבנה עץ המוצר מותאם באופן ישיר לתכולת המוצר וסוגו ובהתאמה לדרישות הלקוח והצעת המחיר.

לדוגמא:

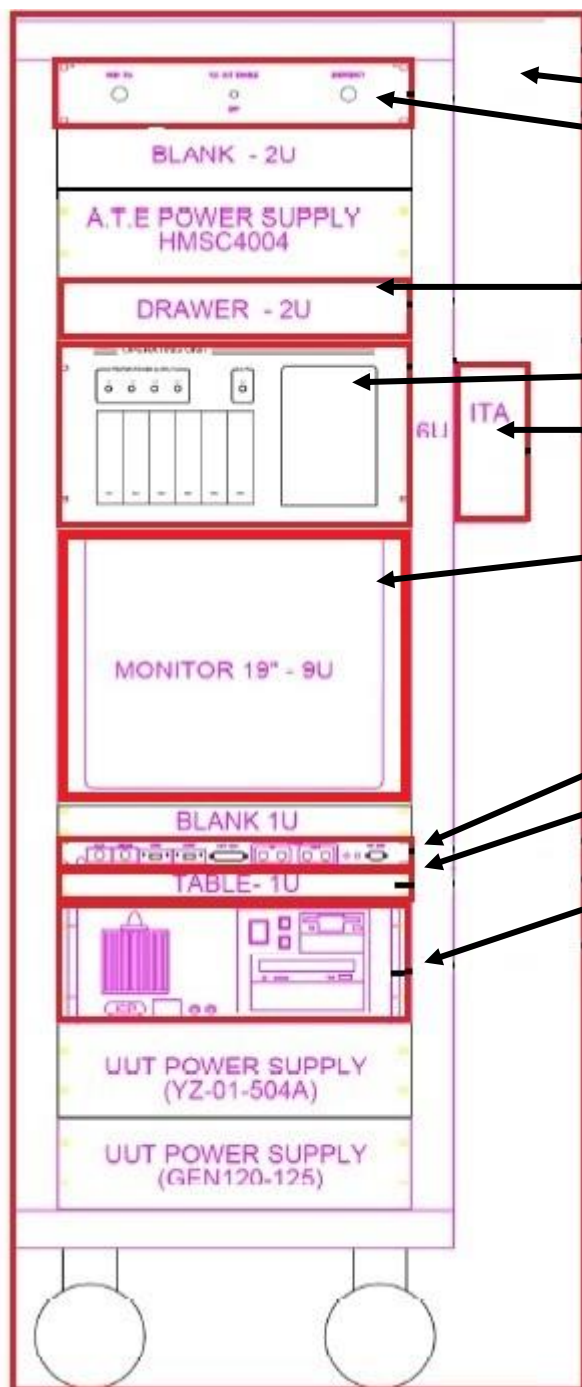
מערכת הכוללת מספר מרכיבים מרכזיים כגון: 2 ארונות בודדים ומתקן (JIG) יבנה עץ המוצר כדלקמן:



על מנת להמשיך מנקודה זו יש לתכנן את מראה הארונות ואת סכמת הבלוקים של כל ארון.

סכמת מראה המוצר קרוי שרטוט TOP (על שם ההרכבה) זה קיצור של המילה TOP DESIGN - תכנון על. סכמת הבלוקים של הארון תקל בצורה משמעותית על תכנון ההרכבות המצויות בכל הרכבת TOP בשל היותה סכמה גרפית. במוצר בו קיימים מספר הרכבות מרכזיות מספר שרטוטי ה- TOP יהיו בהתאמה וכך גם סכמות הבלוקים.

המשך עץ המוצר יבנה ע"פ שרטוט מבנה המערכת הנקרא שרטוט TOP + סכמת הבלוקים של המערכת.
 בשלב הראשוני נגדיר את ההרכבות הראשיות ע"פ שרטוט ה-TOP של המוצר.
 בשרטוט ה-TOP שלפנינו סומנו באדום ההרכבות ושאר המוצרים
 הינם מוצרים קנויים \ מיוצרים שהם לא הרכבות.
 מתוך השרטוט אנו למדים על ההרכבות הבאות :



הרכבת TOP של המערכת .

הרכבת פנל הפעלה.

הרכבת מגרת שירות 2U.

הרכבת O.U .

הרכבת ITA .

הרכבת מסך מחשב.

הרכבת פנל הארכת חיבורי מחשב.

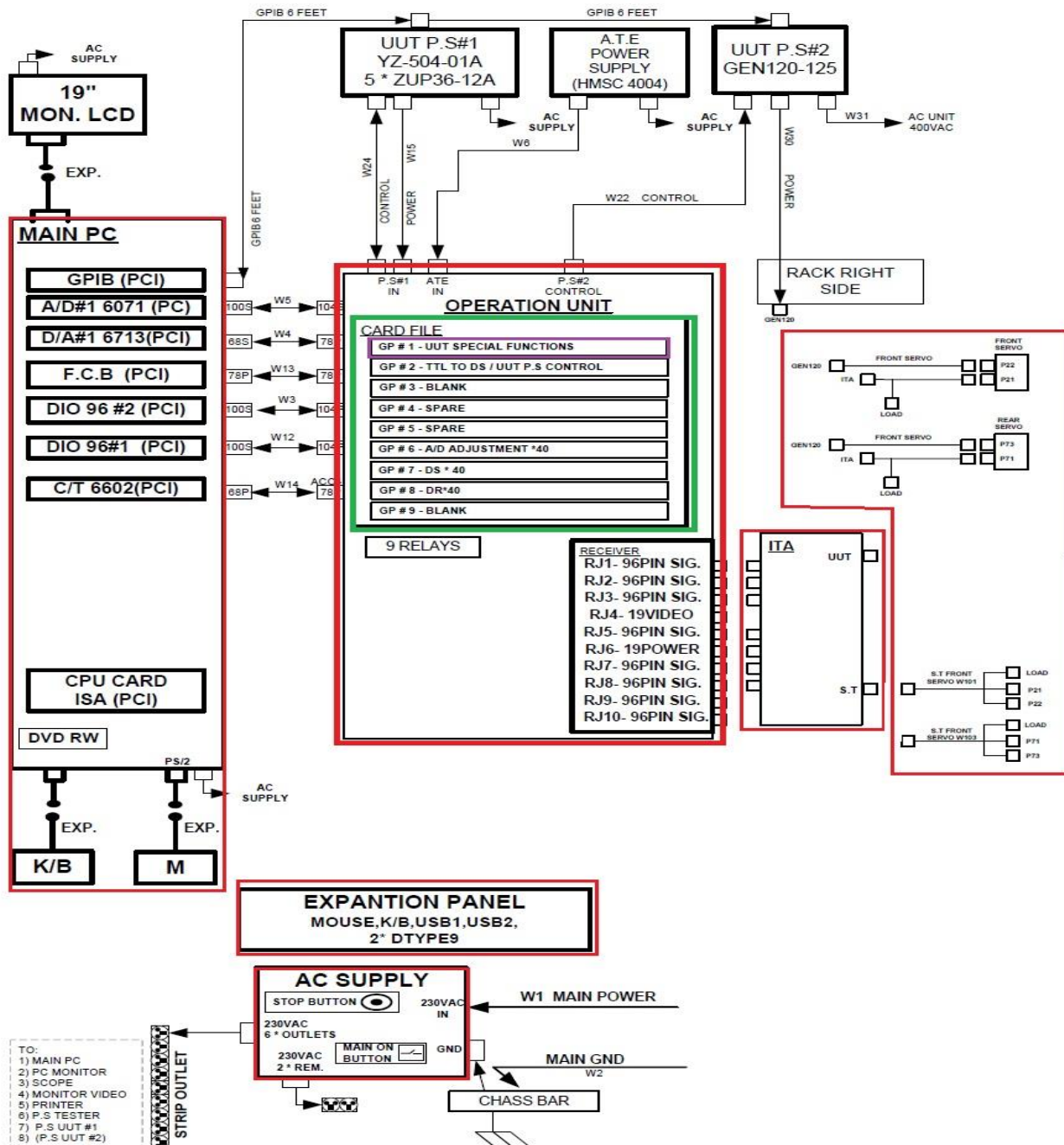
הרכבת שולחן מפעיל.

הרכבת מחשב.

את המוצרים הקנויים \ מיוצרים שאינם הרכבות
 נרשום ברשימת החלקים של ההרכבה בשלב זה או מאוחר יותר.
הצעת המחיר מגדירה אלו מוצרים נוספים קיימים בתכולת המערכת .
 כמובן הכול בהתייחסות למפרט הדרישות של הלקוח (SOW).

הרכבות שלא מופיעות בשרטוט ה-TOP בשל היותם פנימיות יופיעו
 בסכמת הבלוקים.

בשלב הבא נגדיר את תתי ההרכבות של כל הרכבה ואת ההרכבות שלא נראות בשרטוט ה-TOP לשם כך נעזר בסכמת הבלוקים של המערכת ובהצעת המחיר המתארת את תכולת המוצר. בשרטוט סכמת הבלוקים סומנו ההרכבות הראשיות בצבע אדום. תתי הרכבות סומנו בצבעים ירוק וסגול.



ניתן להבחין בסכמת הבלוקים בהרכבות הבאות :

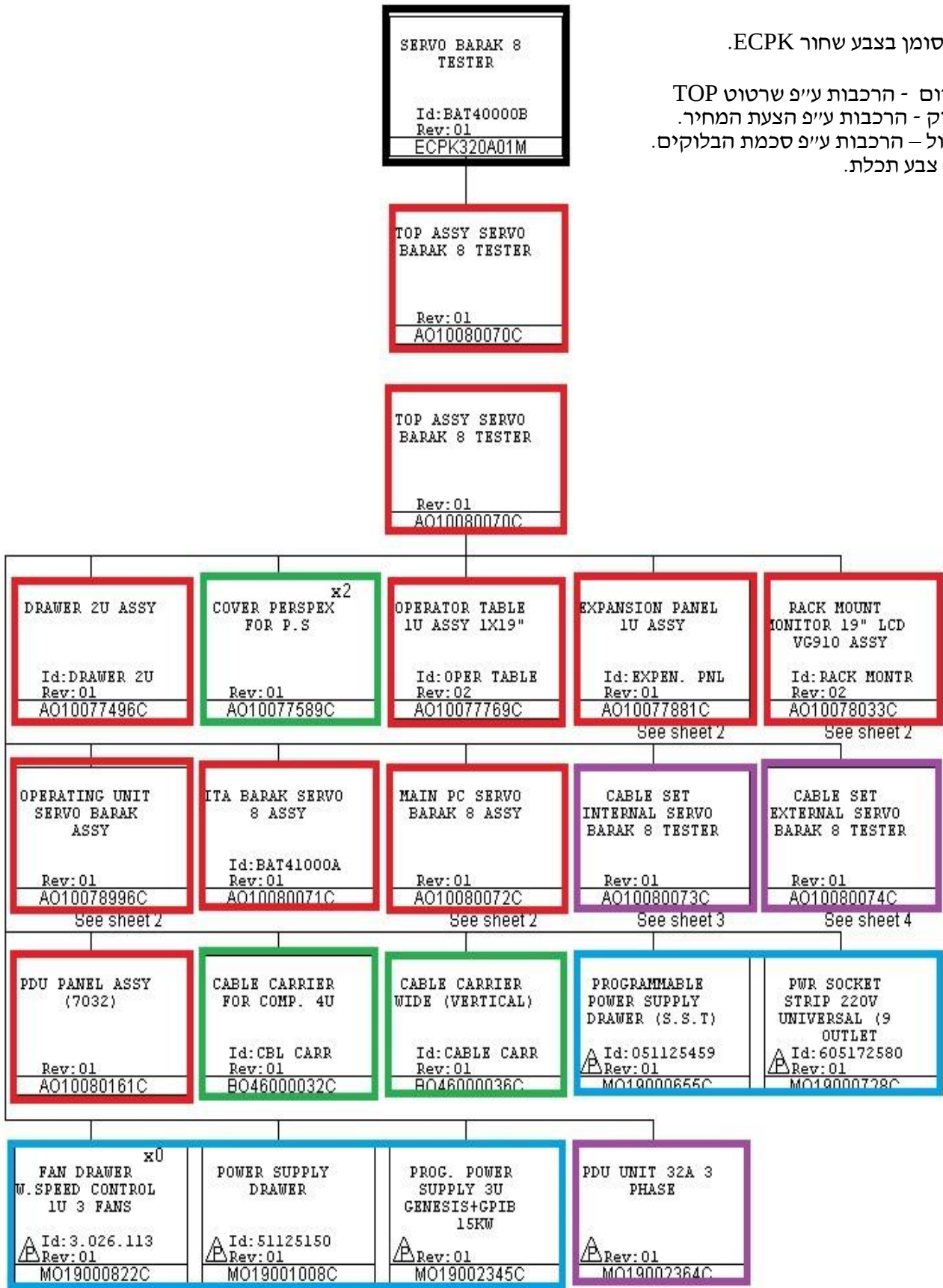
הרכבת סט צמות פנימיות (לא מסומן בצבע) CABLE SET INTERNAL כולל את כל הצמות הפנימיות של המערכת.
הרכבת סט צמות חיצוניות CABLE SET EXTERNAL כולל את כל הצמות החיצוניות למערכת (צמות פריקות).
תת הרכבה של ה-OU - הכרסת CARD FILE המכילה את כרטיסי המערכת המיוצרים.
הרכבות כרטיסי המערכת ה-GP (מסומן בסגול אחד ה-GP לצורך ההדגמה).

מוצרים נוספים אשר לא מופיעים בסכמת הבלוקים ובשרטוט ה-TOP יופיעו בהצעת המחיר שניתנה למוצר כגון :
אוספי כבלים , מגני פרספקס , בעיקר מוצרי מכאניקה נלווים למוצר ועוד.

להלן מבנה עץ המוצר ע"פ הדוגמא שהוצגה :

הרכבה ראשית מסומן בצבע שחור ECPK.

הרכבות בצבע אדום - הרכבות ע"פ שרטוט TOP
הרכבות בצבע ירוק - הרכבות ע"פ הצעת המחיר.
הרכבות בצבע סגול – הרכבות ע"פ סכמת הבלוקים.
מוצרים קנויים – צבע תכלת.



על מנת להדגים את המבנה ההיררכי של הרכבה הכוללת מספר הרכבות פנמיות נדגים זאת על הרכבת ה- OU הקיימת במרבית המוצרים (בשמות שונים).

בסכמת הבלוקים נראית ההפרדה בין ה- OU עצמו (צבע אדום) לכרטסת (צבע ירוק) ולכרטיסי ה- GP (צבע סגול).

ההפרדה לתתי הרכבות נעשית בשל הסיבות הבאות :

OPERATION UNIT

CARD FILE

GP #1 - UUT SPECIAL FUNCTIONS
GP #2 - TTL TO DS / UUT P.S CONTROL
GP #3 - BLANK
GP #4 - SPARE
GP #5 - SPARE
GP #6 - A/D ADJUSTMENT *40
GP #7 - DS *40
GP #8 - DR*40
GP #9 - BLANK

תכולה פנימית :

מחברים על הפנלים , מחברים שונים פנימיים , נוריות , מפסקים, ממסרים

פסי חיבורים TB , חוטים , ספקי כוח ועוד .

1. הפרדה בין רשימות חלקים של מכלול ותת מכלול בהרכבה.
2. אפשרות יצור של תת מכלול ללא המכלול המלא.
3. מאפשר למתכנן, לתכנן בכל שלב מרכיב בודד.
4. יכולת שימוש בהרכבה שתוכננה במספר מוצרים.
5. תיעוד בצורה קלה יותר בשיטה של הרכבות ולא הכול יחד.
6. תחזוקה קלה יותר החלפה של תת מכלול לא תקין ולא את כל המוצר .
7. גמישות תכנונית.

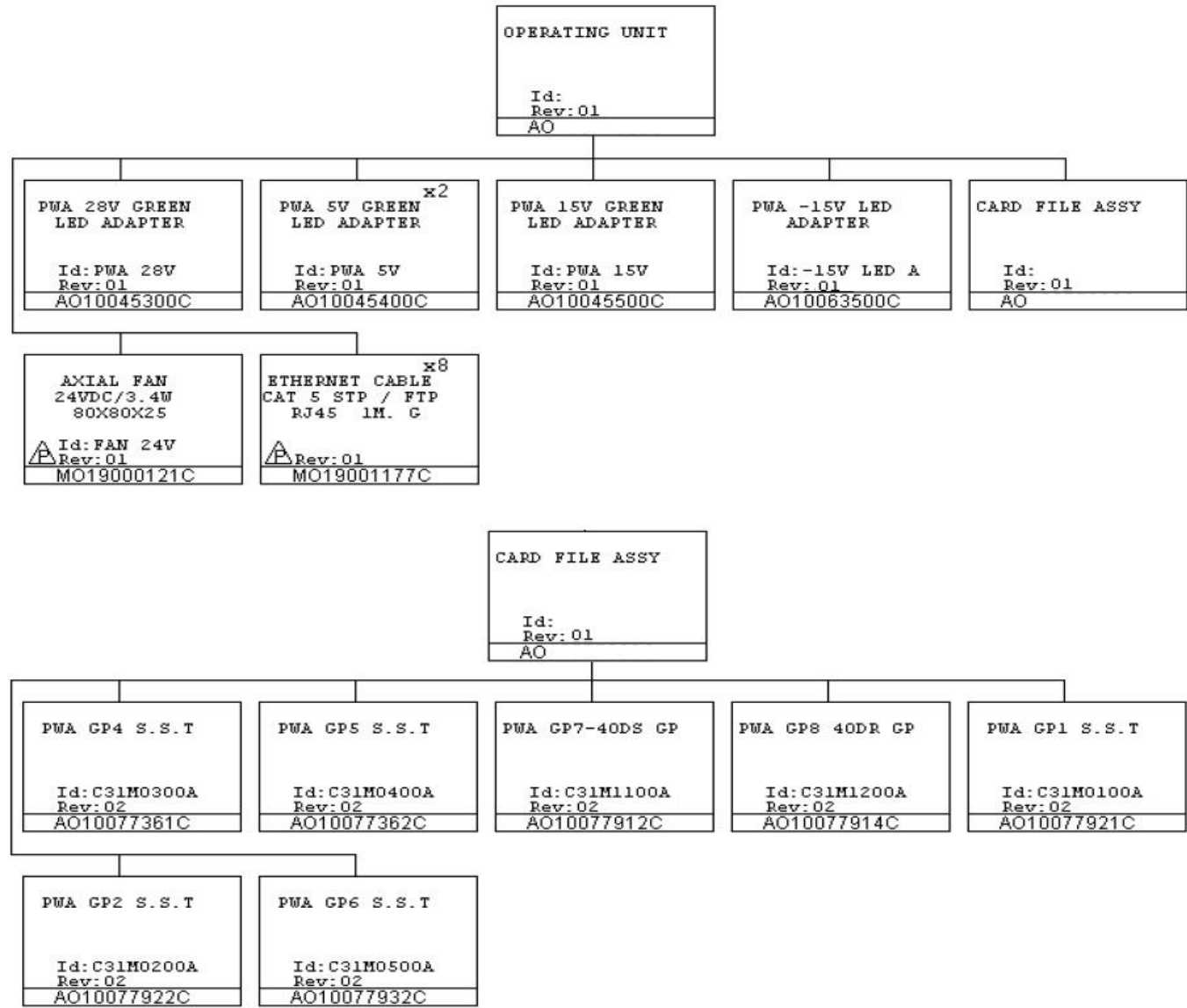
בעץ המוצר שלפנינו ניתן לראות את המבנה ההיררכי של תיבת ה- OU :

ההרכבות הקיימות בתוכו כוללות את הרכבת ה- CARD FILE והרכבות של הנוריות LED (הרכבות PCB).

כל שאר מרכיבי ה- OU :

מתכות, מחברים , פסי חיבורים מפסקים ועוד לא יופיעו ברמת עץ המוצר אלא יהיו ברשימת החלקים.

הרכבת ה- CARD FILE מכילה את כרטיסי ה- GP שגם הם הרכבות עצמאיות.



4.4 כיצד מתעדים הרכבה.

הרכבה מתועדת ע"פ רשימות החלקים המרכיבים אותה והשרטוטים המכאניים והחשמליים של המוצר. תאור המרכיבים יעשה באמצעות תמונות אשר נאספות בכל שלבי הייצור של המוצר ע"י המתעד. תיאור כל שלבי הייצור של המוצר באמצעות תמונות והוראות הרכבה מאפשר לכל העוסקים בייצור המוצר לקבל את המידע הדרוש לצורך ייצור המוצר.

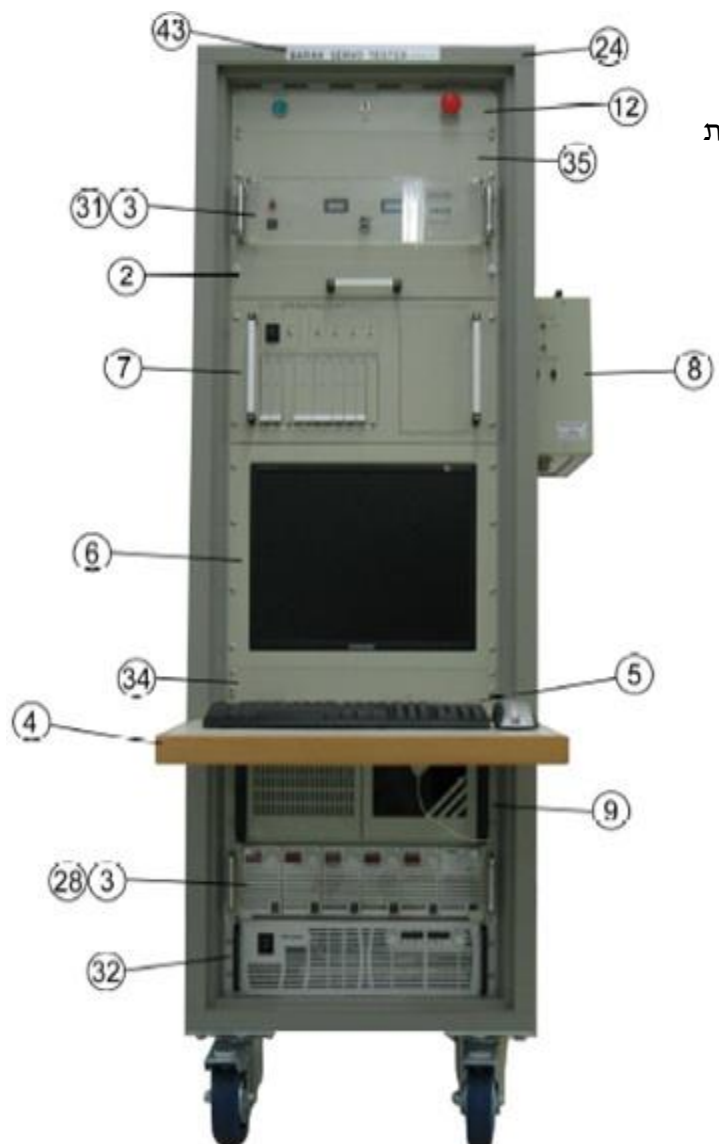
תיעוד הרכבה נעשה באמצעות איסוף המרכיבים הבאים:

1. רשימות חלקים Part List.
2. שרטוטים חשמליים Electrical Drawings.
3. שרטוטי הרכבה Assembly Drawings.
4. שרטוטים מכאניים Mechanical Drawings.
5. הוראות הרכבה Assembly Instructions.
6. מפרטי מדריכים שונים (Manual ICD של המוצר, סכמת בלוקים, מסמכי ATP, הוראות התקנה ועוד).
7. שרטוטי LAYOUT לכרטיסי PCB.
8. תמונות כלליות Item Pictures.

שרטוטי ההרכבה יציינו עבור המשתמש את כל הפריטים באמצעות תמונות המראות איפה נמצא כל פריט המופיע ברשימת החלקים של ההרכבה בשלבי הייצור.

להלן מספר דוגמאות לשרטוטי הרכבה של מוצרים:

בתמונה משמאל מוצג מראה TOP בו מצוין כל פריט ע"פ רשימות החלקים של ההרכבה.



4.5 הנדסת תצורה למוצר (ECO) דירוג גרסאות , מתי משתנה המק"ט (כלל ה- FFF) .

בסיום הפיתוח והפקת תיק התיעוד מקפידים את תצורת המוצר ע"י שחרור תיק התיעוד והעברתו ללקוח. בשדות ניהול התצורה בכל השרטוטים תבוצע הקפאה ע"י הכנסת מספר ECO ראשוני (שחרור) .

REVISION STATUS											REVISION RECORD				
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	SHEET NO	REV	ECO	DISCRIPTION	APPROVED	DATE
--	--	--	--	--	--	--	01	01	01	UPDATED REV	01	2160	RELEASED	G.B.A	26/06/11

החל מרגע זה כל שינויי בתיעוד המוצר חייב להתבצע בצורה מסודרת תוך סימון כל מקומות השינוי .
 תהליך זה נקרא ECO (Engineering Change Order) או בעברית גיליון שינויים הנדסיים (ג"ש) .
 בתהליך זה מגדירים את השינוי הדרוש לביצוע במוצר ובוחנים באילו הרכבות נדרש לבצע את השינוי.
 כחלק מהתהליך בוחנים האם השינוי מחייב החלפת מק"ט או רק עדכון גרסה .
 על מנת לענות על שאלה זו נשתמש בכלל ה- FFF .

כלל ה- Form Fit Function :

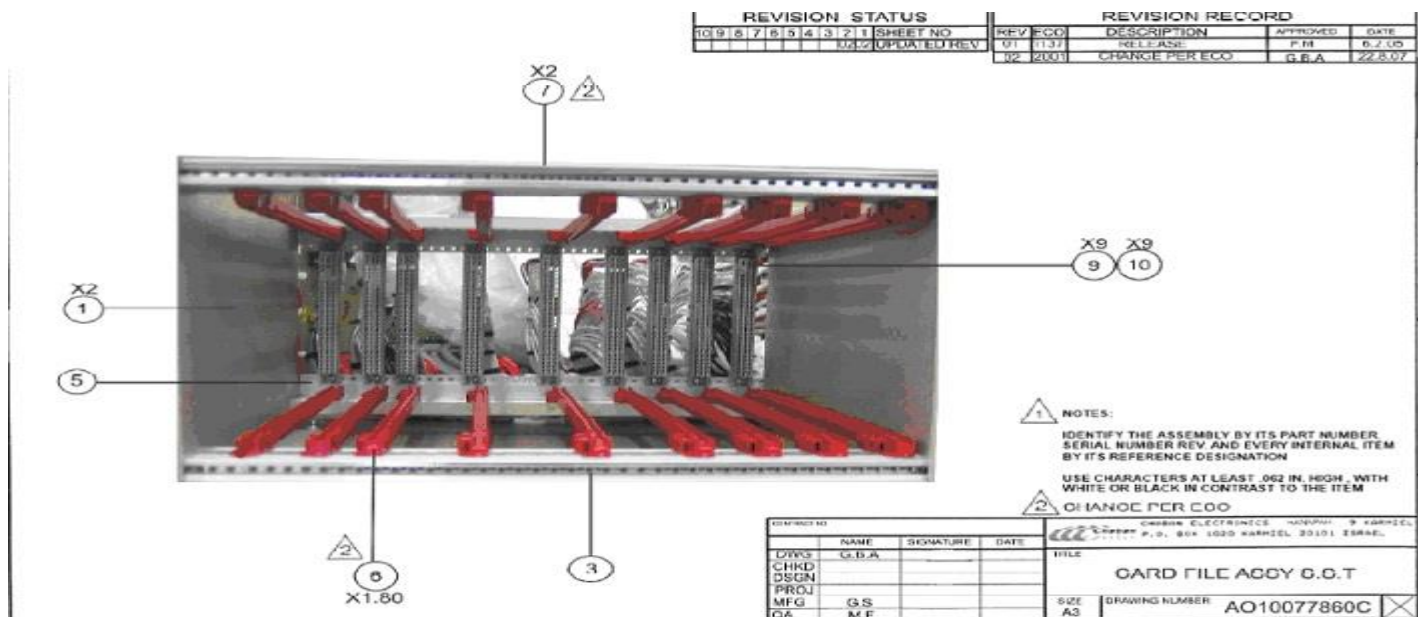
כלל ה- Form Fit Function בא לעזור האם השינוי המבוצע הוא שולי (מינורי) או גדול (MAJOR) .
 השאלה אותה צריך לשאול האם השינוי משפיע בצורה דרסטית על 3 הפרמטרים הבאים :
 Form – מבנה המוצר, גודל, מידות, צורה המגדירה את מראה המוצר.
 Fit – התאמה חשמלית ומכאנית - היכולת של הפריט להתאים מבחינה חשמלית ומכאנית למוצר המקורי.
 Function – תפקוד – הפעולה \ הפעולות אותם תוכנן המוצר לבצע.

הכלל מגדיר כדלקמן במידה והשינוי הוא גדול נדרש להחליף מק"ט למוצר , במידה והשינוי קטן אפשר רק לעלות אותו מהדורה ולא להחליף מק"ט.
 במידה והוחלט להחליף מק"ט יש לעדכן את התיעוד ולבצע החלפת מק"ט למוצר ותיעוד חדש על מנת לענות על השינוי.

במידה והוחלט לעלות גרסא (REV \ VER) כל ההרכבות הנמצאות מעל ההרכבה בעץ המוצר יעודכנו (יעלו גרסא) .

עדכון הגרסה בהרכבה יבוצע בצורה רוחבית על כל סימוכי הייצור של ההרכבה (שרטוט חשמלי , שרטוטי הרכבה , הוראות הרכבה ועוד) .

בתיק התיעוד יסומן בכל מקום הסימן משולש עם מספר המהדורה החדש .
 באמצעות סימן זה נבחין כי במקום זה בוצע שינוי ובאיזה מהדורה .
 בשדות ניהול התצורה של השרטוט תעודכן המהדורה וירשם מספר השינוי (ECO) .
 להלן דוגמא למוצר במהדורה 02 :
 ניתן לראות את המשולשים עם הספרה 02 וכן את העדכון בשדה ניהול התצורה בשרטוט .



4.6 מסמכים נלווים לתיעוד :

לעיתים קרובות אנו נדרשים לצרף מסמכים שונים על מנת לתעד בצורה טובה יותר את המוצר \ ההרכבה .
ללא מסמכים אלו שכפול המוצר בעתיד יהיה כמעט בלתי אפשרי ויצריך מאיתנו מאמצים רבים.
מסמכים אלו יתועדו לכל הרכבה ויאוחסנו ב- MRP בספריית Manuals.

להלן רשימה של מסמכים הנלווים אשר חובה להוסיפם לתיעוד :

1. סכמת בלוקים של המערכת.
2. הוראות התקנת חומרת המחשב.
3. מסמך התקנת תוכנה למערכת.
4. מסמך הגדרת כתובות \ הגדרות לכרטיסי המחשב \ PXI \ מכשור מדידה .
5. קבצי עריכה של כרטיסי PCB .
6. קושחה של רכיבים מתוכנתים.
7. הוראות תפירה לכרטיסי אלקטרוניקה.
8. מסמכי ATP לבחינת המוצר .

להלן רשימה של מסמכים הנלווים אשר מומלץ להוסיפם לתיעוד :

1. מסמך ICD של המערכת \ תיבה ראשית .
2. סכמת בלוקים פנימית של ההרכבה.
3. מסלולי אותות (ע"פ דרישת הלקוח , מרבית הלקוחות דורשים זאת).
4. מפרטי ייצור .

במוצרי צבאן קיימים דוגמאות רבות למסמכים אלו ומומלץ להשתמש בהם כ- TEMPLATE למסמך אותו תרצו להוסיף.
את המסמכים יש להעביר למחלקת התיעוד לצורך שילובם בתיק התיעוד.

4.7 נוהל חתימות על שרטוטי תיעוד :

להלן טבלה המדגימה את ניהול החתימות ע"ג שרטוטים :

שרטוטי הרכבה \ עץ מוצר	שרטוט מכאני	שרטוט חשמלי	
גלית	אלון	מנהל הפרויקט	DWG
מנהל הפרויקט	גל	גל	CHKD
מנהל הפרויקט	אלון	מנהל הפרויקט	DSGN
מנהל הפרויקט	-----	מנהל הפרויקט	PROJ
גל	-----	גל	MFG
משה	משה	משה	QA

5. מכאניקה – הגדרת תכן מכאני \ בדיקת תכן מכאני

מרבית מוצרי צבאן משלבים מוצרים אלקטרוניים המזוודים במארזים מכאניים שונים . תחילת התכן של המוצר יחל בתכן ראשוני של המבנה המכאני של המוצר וההרכבות השונות. החל מהגדרת המבנה החיצוני (ארון \ תיבה) ועד לפרטים הקטנים ביותר .

פרק זה יעסוק בנושאים הבאים :

1. הגדרת ארון .
2. מיקום המוצרים ע"פ כללי אצבע , נגישות (ארגונו מטריה) , ועוד .
3. נגישות למרכיבים בהרכבות.
4. מסילות , פסי L הסבר כללי ושיקולי תכנון.
5. פתחי מוצא לכבלים – מברשות , פנל חיבורים ועוד.
6. אוספי כבל בארון – משמעויות בתכנון .
7. תעלות , אביזרים לארונות .
8. מגרות לארונות 19" – הסבר על הגודל , עומקים , גבהים ועוד.
9. הגדרת מבנה התיבה , כולל שרטוטי LAY OUT.
10. הגדרת מיקום מוצרים בתיבה – שיקולי תכנון .
11. קשיחים – הסבר ככלי על כל סוג (STUD , DSOS , PRESS NUT , ועוד)
12. אורור , פיזור חום.
13. עדכון PL מחייב בדיקה מחודשת של התכן המכאני – רענון.
14. התאמת התכן המכאני לדרישות תנאי סביבה.

5.1 הגדרת ארון:

אחת השיטות הנפוצות ביותר לזיווד ציוד בדיקה רב היא שימוש בארונות 19" סטנדרטיים. קיימים מספר יצרנים המייצרים ארונות 19", קנור, זיווד רונן, שרף ועוד. אנו נוהגים לרכוש ארונות משני יצרנים מרכזיים: קנור (מיוצגים על ידי אלכסנדר שניידר), זיווד רונן (תוצרת ישראל).

הגדרת הארון תעשה על פי דרישות הלקוח בתאום עם כמות המרכיבים ומיקומם בארון. משקל הארון כאשר הוא ריק עומד על עשרות קילוגרם (90-60 בתלות בגובה).

הפרמטרים המגדירים את הארון:

1. גובה הארון - מוגדר ביחידות הנקראות U.
2. עומק הארון - (700 / 900 / 1000 מ"מ).
3. רוחב - 19" סטנדרט.
4. גלגלים - סוג גלגלים (גומי \ פלסטיק), גובה גלגלים (נמדד ביחידות אינטש).
5. דפנות.
6. גג \ רצפה.
7. דלת אחורית, דלת קדמית.
8. צבע קורות, צבע דפנות.
9. פסי התקנה (אום צפה \ אום קבועה מראש).

**5.1.1 גובה הארון:**

גובה התכולה הפנימית של הארון נמדד ביחידות U, $1U = 4.5$ סנטימטר. גובה הארון הכללי מחושב ע"פ גובה הארון + גובה הגלגלים, יש לשים לב כי גובה הארון לא אמור לחרוג מגובה דלת. דלת סטנדרטית גובהה 197 ס"מ במרבית המקרים.

5.1.2 עומק הארון:

עומק הארון יקבע ע"פ מרכיבי הארון ואם קיימת דרישה לשילוב אוספי כבלים בארון. שילוב של אוספי כבלים בארון משפיעים בצורה ישירה על עומק הארון. ארון עומק 700 לא מאפשר במרבית המקרים שילוב של אוסף כבל להרכבותיו. ארונות עומק 900, 1000 מאפשרים הוספת אוספי כבלים להרכבות.

5.1.3 רוחב הארון:

רוחב הארון 19" היינו סטנדרטי בתעשייה, מוצרי המדף שיותאמו לארון יהיה כאלו המתאימים בד"כ לארונות 19", (יש לקחת בחשבון כי קיימים גם ארונות עם רוחב גדול יותר - לא סטנדרטי)

5.1.4 גלגלים לארון:

גלגלי הארון יוגדרו בהתאם לצורת השימוש בארון ורמת נידותו הנדרשת. גלגלים קטנים = נידות נמוכה, גלגלים גדולים = נידות גבוהה. גובה וסוג הגלגלים בהם אנו משתמשים הינם: 4", 5", 6" עשויים גומי (גוף מתכת \ פלסטיק). בהגדרת הגלגלים יש להתחשב במשקל הארון הסופי כולל כל הציוד, ככל שהארון כבד יותר הגלגלים צרכים להיות חזקים וגדולים יותר.

5.1.5 דפנות הארון:

דפנות הארון מורכבות ע"ג שלד הארון וננעלות באמצעות מנגנוני נעילה פשוטים. בארונות רבים כמות הציוד המותקן בחזית הארון לא משאיר מקום ליציאת רתמות אל היחידה הנבדקת. פתרון בעיה זו במוצרים רבים הינה יציאת הרתמות אל יח"ן דרך פנל הצד של ההרכבות (OU) אשר לא היה מנוצל למטרה זו עד לפני כמה שנים. אי לכך דפנות הארון ניתנות לחירור על מנת לאפשר מעבר רתמות \ שילוב פנל מחברים בהתאם לצורך. פתח היציאה ימוגן ברצועת פלסטיק ייעודית אשר מונעת פגיעה במשתמש. בדופן המיועדת לחירור יש לבצע חיזוקים מכאניים על מנת שהדופן לא תתעוות. ניתן למקם את האביזרים הבאים בדפנות: פתחי אוורור, ספוג למניעת רעשים, ווי תליה, ועוד.

5.1.6 גג \ רצפה של ארון:

גג הארון מכסה את הארון בחלקו העליון.
ניתן לקבל את הגג עם האופציות הבאות: פתחי אוורור, הכנה למאווררים, ללא פתחים.
רצפת הארון תשולב ע"פ דרישת הלקוח, במרבית המקרים לצורך הגנה ממכרסמים (עכברים, חולדות ועוד).

5.1.7 דלת קדמית ואחורית של הארון:

דלת אחורית בארון מוגדרת ע"פ הצורך ומשמשת לסגירת הארון בחלקו האחורי.
אורך הדלת יקבע בהתאם לצורך.
שילוב של הרכבות \ פנל מעבר (פנל מחברים, פנל מברשות) יקבע את אורך הדלת.
דלת קדמית, לא נדרש במרבית המקרים, ישמש בעיקר לארונות ממוזגים על מנת לבצע אטימה של הארון.

5.1.8 צבע הארון:

צבע הארון מתחלק במרבית המקרים לצבע קורות וצבע דפנות.
יש להגדיר את צבע הארון ע"פ דרישות הלקוח.
צבעים נפוצים: RAL7030, RAL7032, RAL7035, RAL 5008.

5.1.9 פסי התקנה בארון:

ארונות ה-19" מורכבים מפרופילים המרכיבים את שלד הארון (קורות) ופסי התקנה ממוקמים בחלקו הקדמי והאחורי של הארון על מנת לאפשר חיבור מוצרים אל פסי ההתקנה בחלקו הקדמי והאחורי.

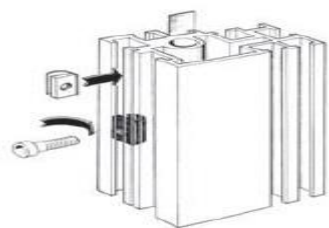
קיימים 2 סוגים של פסי התקנה:

פרופיל אום קבוע:

בפרופיל זה מיקום המכשירים יבוצע ע"פ החורים הקיימים בפרופיל והמרווח בין המוצרים יקבע ע"פ החורים בפרופיל.

**פרופיל אום צפה:**

בפרופיל זה מיקום המכשירים יבוצע ע"פ רצון המשתמש ללא הגבלה על הרווח בין המוצרים.



5.2 מיקום המוצרים בארון , נגישות :

מיקום המוצרים בארון היינו שלב קריטי בתכנון הארון , מיקום המוצרים ישפיע על פרמטרים שונים בתכנון המוצר כגון : תפעול המוצר , אורכי צמות פנימיות, יכולת מיקום אוספי כבלים , מיקום תעלות לאיסוף הרתמות , נגישות , תחזוקתית ועוד.

מיקום המוצרים בארון יעשה על פי מספר כללים בסיסיים :

1. מוצרים כבדי משקל ימוקמו בתחתית הארון על מנת להקנות לארון יציבות.
2. גובה שולחן העבודה \ מגרת מקלדת ימוקמו בגובה 75 ס"מ מהרצפה – ארגונו מטריה.
3. הרכבות \ מוצרים בהם מתפעל המפעיל את המערכת ימוקמו בנגישות קלה למפעיל.
4. מוצרים בעלי נגישות נמוכה, קלי משקל ונשלטים ע"י המחשב ימוקמו בחלקו העליון של הארון.
5. מסך המחשב ימוקם בצורה נוחה למפעיל.
6. ניתן למקם בחלקו האחורי של הארון מוצרים אשר נשלטים ע"י המחשב ואין צורך לתפעל אותם.
7. שיקול אורכי צמות פנימיות בארון.
8. תחזוקה.

עומק הארון ומיקום המרכיבים הכבדים משפיעים על מרכז הכובד של הארון .
מיקום מרכז הכובד של הארון בחלקו התחתון יקנה לארון :

1. יציבות בעת שינוע הארון ממקום למקום.
2. בעת הוצאת הרכבות ע"ג המסילות (OU , מחשב ועוד) לא תהייה לארון נטייה להתהפכות.
חשוב לדאוג למרכז כובד בתחתית הארון על מנת שלא יתהפך , עלול לסכן את המפעיל.

מיקום הרכבות בעלי מפסקים \ אמצעי תפעול וחיוויים למפעיל ימוקמו במקום נגיש למפעיל ככל האפשר עדיפות למרכז הארון .

מוצרים הנשלטים על ידי המחשב ולא דורשים תפעול על ידי המפעיל ימוקמו בחלקו העליון של הארון על מנת לפנות את מרכז הארון למוצרים התפעוליים , דוגמא : מכשירי מדידה , מתגי ETHERNET , ממירים שונים, מגרת שירות ועוד .

בחלקו האחורי של הארון ניתן למקם מוצרים (יש להתחשב בעומק המוצרים הקדמיים) אשר לא דורשים תפעול או שהשליטה בהם נעשית ע"י המחשב ללא התערבות המפעיל , בצורה זו ניתן למקם עוד מוצרים בתוך הארון .

מעבר מארון בודד לארון כפול תעשה באם כמות המוצרים התפעוליים גדולה ואין די מקום להכניסם לארון בודד, או ע"פ בקשת הלקוח .

5.2.1 חלוקת הארון ע"פ אזורים:



איזור לא תפעולי :
 מיקום מוצרי המדידה הנשלטים ע"י המחשב
 מיקום מוצרים פאסיביים ללא תפעול שוטף.
 כגון : DMM , סקופ , מתג ETH , מגרת שירות ועוד.

אזור תפעול :
 אזור התפעול של המערכת על ידי המפעיל ,
 מומלץ למקם באזור זה את :
 1. שולחן מפעיל \ מגרת מקלדת .
 2. מסך מחשב .
 3. הרכבה הדורשת תפעול הכוללת מפסקים \ חיוויים.
 לדוגמא : הרכבת OU .

אזור לא תפעולי :
 מיקום מרכז הכובד הרצוי של הארון .
 מיקום מוצרים כבדי משקל הנשלטים ע"י המחשב.
 כגון : ספקי כוח , מחשב , מדפסת ועוד.

5.2.2 דוגמאות למבנה ארון :





5.3 נגישות למרכיבים בהרכבות :

הרכבות המכילות מרכיבים רבים וכן הרכבות פנימיות יתוכננו כך שתהייה גישה נוחה לתפעול ותחזוקה למשתמש. תכנון התיבה יעשה כך שתפעול התיבה יהיה מחזית התיבה כמה שיותר (החלק הפונה אל המפעיל) ובצורה ארגונומית נוחה.

תפעול המוצר ותחזוקתו לאורך שנים הינו השיקול החשוב ביותר בתכנון התיבה , מוצר לא תפעולי ולא תחזוקתי הינו מוצר כושל.

שיקולי התכנון של הרכבה יהיו ע"פ הסדר הבא :

1. תפעול המוצר.
2. תחזוקת המוצר.
3. פעולת המרכיב ומיקומו בתיבה בסמיכות למרכיבים דומים \ אזורי אותות חשמליים (לדוגמא איזור מתח גבוה).
4. מראה המוצר.

מיקום מרכיבים תפעוליים כגון : מפסקים , פיוזים , נוריות חייווי , ספקי כוח בעלי תצוגה (ZUP) ימוקמו בחזית התיבה , בסדר הגיוני ועל פי צורת השימוש.

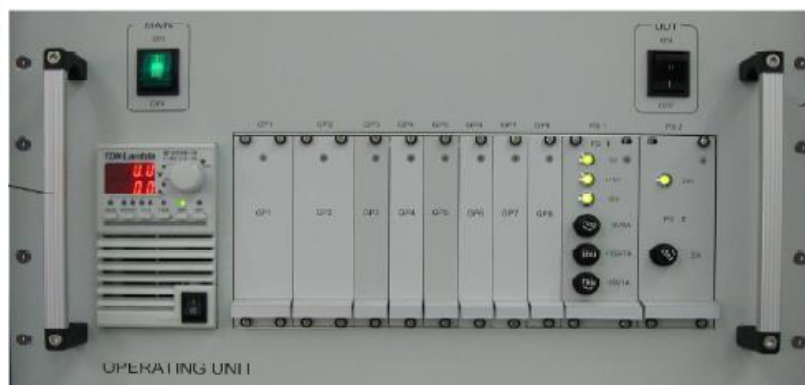
שימוש בכרטסת בחזית התיבה מאפשרת תחזוקה קלה ללא צורך בהוצאת ההרכבה לצורך תחזוקה , אלא שליפה של המוצר התקול מחזית התיבה .

מוצרים המשתלבים בכרטסת : כרטיסי GP , כרטיסי שליטה ובקרה (DS \ DR \ MUX) , ספקי כוח נשלפים ועוד.

בפנים ההרכבה יש למקם את המוצרים כך שבעת שליפת ההרכבה ע"ג המסילות יהיה קל ונוח להחליף \ לכייל \ לתפעל את המוצר הפנימי.

חשוב לזכור כי נגישות הוא דבר חשוב אך צפיפות = תחזוקה קשה ובלתי אפשרית !

דוגמאות : חזית של תיבות OU



5.4 מסילות, פסי L הסבר כללי ושיקולי תכנון.

מרכיבי המערכת בארון ממוקמים על גבי מסילות או פסי L בהתאם לסוג המוצר ותחזוקתו. מוצרים שליפים בהגדרתם ימוקמו ע"ג מסילות כגון: מגרת מקלדת, מסך נשלף 1U ועוד.

מרכיב אשר מכיל תתי הרכבות או מוצרים פנימיים ימוקם במרבית המקרים על גבי מסילות נעות אשר יאפשר את שליפתו בקלות לצורך תחזוקה.

מרכיב שאינו כולל הרכבות \ מוצרים פנימיים יורכב על גבי פסי L לרוב אלו מוצרי מדף.

דוגמאות למוצרים בהם ישולבו מסילות: מחשב, הרכבות הכוללות מוצרים פנימיים OU.

דוגמאות למוצרים שישולבו ע"ג פסי L: ספקי כוח, מוצרי מדף קנויים, תיבות AC, שולחן מפעיל.

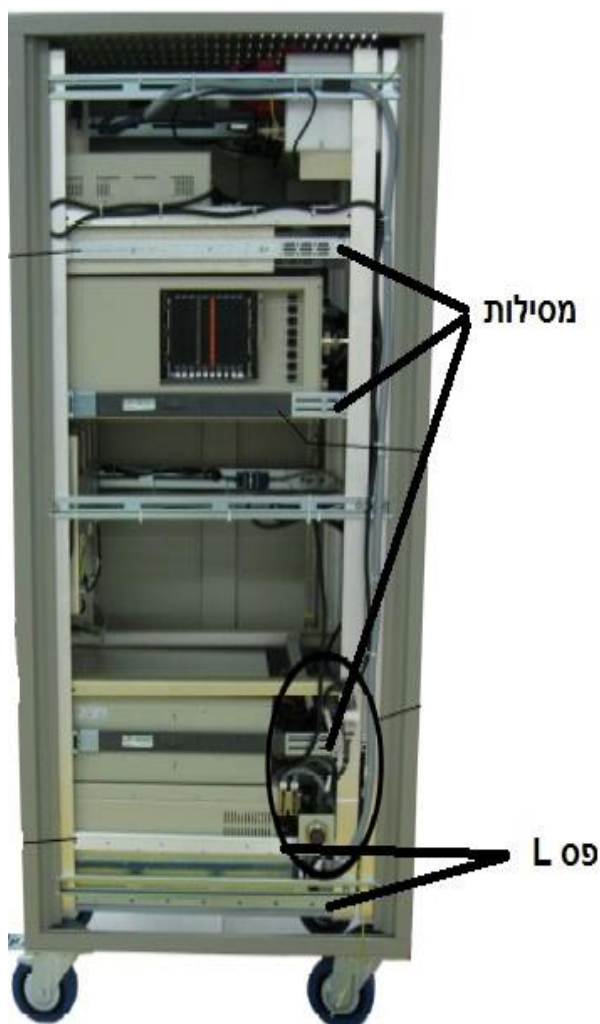
דגשים להגדרת מסילות:

1. המסילה תותאם למשקל המוצר אותה היא נושאת.
2. המסילה תאפשר את שליפת המוצר אותו היא נושאת במלואו ותאפשר את פתיחת המכסה העליון של המוצר מחוץ לארון.
3. תנועת המסילה תעשה בצורה חלקה עם נעילה בקצה המהלך.
4. אורך המסילה תותאם לעומק הארון – בד"כ על ידי מתאמים.

דגשים להגדרות פסי L:

1. הפס L יותאם למשקל המוצר אותו הוא נושא.
2. רוחב ה-L יותאם למוצר אותו הוא נושא.
3. אורך ה-L יותאם לעומק הארון.

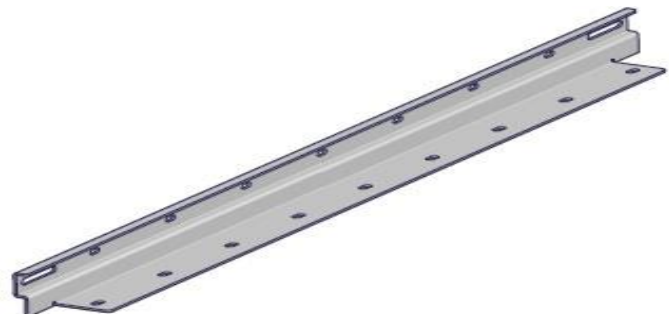
המסילות ופסי ה-L ימוקמו בהרכבת ה-TOP של המערכת.



דוגמה למסילה GENERAL DEVICE:



דוגמה לפס L:



5.5 פתחי מוצא לכבלים – מברשות, פנל חיבורים

פתחי מוצא לכבלים במערכות רבות יעשה על ידי פתח יעודי או באמצעות פנל מעבר ייעודי.
פנל מברשות ישמש אותנו להוצאת רתמות מן המערכת אל חוץ המערכת תוך שמירה על הפתח מפני כניסת אבק והגנה ממכרסמים.
פנל חיבורים ייעודי מאפשר למקם מחברים ייעודיים עבור כל פונקציה אותה נדרש לספק למערכת מחוץ לארון.

פנל המעבר ימוקם בחלקו האחורי של הארון או בדופן הצד של הארון בהתאם לפונקציונליות.

חיבורים ליחידה הנבדקת יעשו במרבית המקרים דרך דופן הצד (דופן תיבת OU).
חיבורים למערך החשמל \ חיבורים לארון נוסף ימוקמו בד"כ בחלקו האחורי תחתון של הארון.

להלן מספר דוגמאות :

פנל מברשות בתחתית הארון :



פנל חיבורים בתחתית הארון :



פנל חיבורים בדופן המערכת (דופן צד של תיבת OU) :



5.6 אוספי כבל בארון – משמעויות בתכנון

אוספי הכבלים בארון משמשים להוצאת הרכבות מחזית הארון ללא צורך בתמיכה של אדם נוסף בכבלים הנמצאים בחלקו האחורי של המוצר.

אוסף הכבלים יחובר לפנל האחורי של התיבה ולקורות הארון באמצעות מתאמים מכאניים המותאמים למוצר ולארון.

הוספה של אוסף כבלים למוצר משפיעה על אורכי הצמות המגיעות אל המוצר בסדר גודל של 1 מטר לכל אוסף.

אוספי הכבלים יותאמו לכמות הכבלים אותם יש למקם ע"ג האוסף .

אוסף כבלים יהיה אופקי (נפוץ יותר) או אנכי .



דוגמאות לשימוש באוסף כבלים :



5.7 תעלות , אביזרים לארונות

סידור המוצרים בארון יעשה בצורה מסודרת ותאפשר גישה למשתמש לחלקו האחורי של הארון .

איסוף כל הרתמות לתעלות מאפשר גישה נוחה וריכוז של כל הרתמות למקום אחד.

פסי כבילה אופקיים משמשים להעברת רתמות מחלקו האחורי של הארון לחלקו הקדמי , פס זה מחורץ על מנת לאפשר קשירה של הרתמות אל הפס (נתן להשתמש גם בפסי L).

מדפים מתקפלים ימוקמו בצידי הארון על מנת להגדיל את שולחן העבודה של המשתמש (ע"פ הצורך).

פסי שקעים למתחי הזנה ימוקמו בחלקו האחורי של הארון .

פס הארקות ראשי ימוקם בתוך הארון .

מגרות מאווררים ימוקמו במרבית המקרים בגג הארון על מנת להוציא את החום המתפתח בארון .

קיימים מוצרים \ אביזרים רבים לארונות ויש לעשות בהם שימוש ע"פ הצורך .

דוגמא לארון עם תעלות , פס שקעים :



5.8 מגרות לארונות 19" – הסבר על המימדים, עומקים, גבהים

הרכבות לארונות 19" יתוכננו כך שיתאימו למבנה הארון ולתקן 19" סטנדרטי. מימדי התיבה יהיה בהתאם לכמות וסוג המוצרים אותם יש לשלב בתיבה לדוגמא: שימוש בכרטסת, התאמה לתכן הפנלים הנדרש, שילוב ספקי כוח, ממסרים, נגדי הספק ועוד.

רוחב המגרה יהיה 19" ע"פ התקן הסטנדרטי לא יעלה על רוחב של 48 ס"מ.

גובה התיבה נמדד ביחידות U ($1U = 4.5$ ס"מ) ואין מגבלה לגובה התיבה, כמובן בתלות בתכולת הארון (שרטוט TOP). הגובה יקבע על פי מרכיבי התיבה.

העומק הממוצע של תיבות נע בין 500 – 600 ס"מ (תיבות OU) בהתאמה לצורך, קיימת מגבלה אם משלבים אוסף כבלים.

בהגדרת עומק התיבה יש להתחשב ברצון לשלב אוסף כבלים בשל המגבלה שמציב אוסף הכבלים על עומק התיבה.

מגרות לשימוש כללי כגון: מגרות לאחסון מוצרים, מגרות מקלדת, מגרות נשלפות המכילות מסך ועוד יותאמו לתקן 19".

5.9 הגדרת מבנה התיבה , שרטוטי LAY OUT , מיקום מוצרים ודוגמאות

הגדרת מבנה התיבה (תיבה הכוללת מוצרים וחיווט) יעשה בשלב הראשוני של התכנן של המוצר .
בשלב זה נמקם את מרכיבי התיבה בתוך התיבה באמצעות סקיצות ידניות הנקראות - LAY OUT .
הסקיצות יומרו לשרטוט מכאני ראשוני על ידי המתכנן המכאני .

הסקיצות יכללו את הפרטים הבאים :

1. פנל אחורי של התיבה .
2. פנל קדמי של התיבה .
3. מגש התיבה .
4. דופן צד במידה וממקמים עליה מוצרים \ מחברים .
5. כרטסת + הכרטיסים הדרושים.
6. תכולה פנימית הכוללת : פסי TB , ספקי כוח , נגדי הספק , ממסרים ועוד .
7. גג התיבה במידה ונמקם מוצרים במיקום זה לדוגמא מאווררים.

בסקיצות הפנלים והדפנות יש לציין את גודל המחבר וסוגו (מומלץ לרשום גם את מינו זכר \ נקבה) , כיתוב מעל כל מחבר המציין את הפונקציה ואת המקור ממנו הגיע לדוגמא : MAIN PC - A/D .
**הערה : בשלב הסקיצות מומלץ לא למספר את המחברים אלא להמתין לשרטוט המכאני הראשוני .

בסקיצת המגש יש לציין את מיקום המרכיבים ע"ג המגש וכן את סוגי הפריטים לדוגמא : כמות פסי ה-TB וגודלם , גודל הכרטסת וכן מרכיבים נוספים אשר ישולבו על המגש .

כל ההנחיות הראשוניות יועברו למתכנן המכאני בשלב הזה על מנת שהתכנן הראשוני יכיל בצורה מקורבת ככל האפשר את המוצר הסופי , על מנת לגלות כבר בשלב זה אם קיימות בעיות הדורשות התייחסות \ שינויים שנדרש לבצע כבר משלב זה .

במקרים רבים בתכנן הראשוני עולות בעיות רבות אשר משפיעות על מימדי התיבה ותכולתה ודורשות התייחסות כבר משלב זה בתכנון.

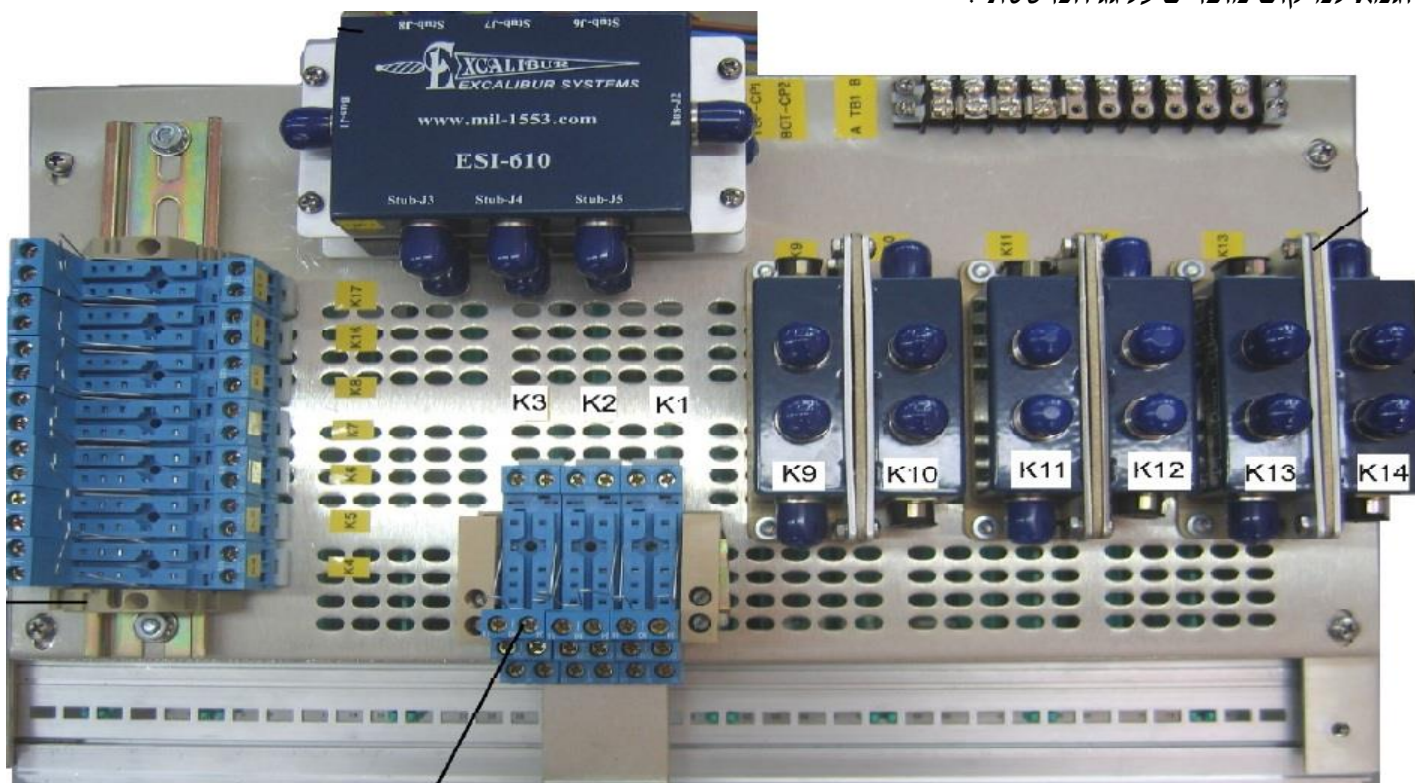
להלן מספר דוגמאות למוצרים בתיבה והיכן לשלבם :

1. פסי TB – מגש התיבה .
2. ספקי כוח – ניתן לשלב בכרטסת , על דופן התיבה , גג הכרטסת .
3. ממסרים – מגש התיבה, דופן התיבה , גג הכרטסת.
4. נגדי הספק – דופן התיבה , גג הכרטסת , מגש התיבה.
5. כרטיסים – כרטסת , גג הכרטסת , דופן התיבה.
6. מאווררים – דופן התיבה , גג התיבה .
7. ספק כוח נשלט (ZUP) – מגש התיבה.
8. 1553 STUB – דופן התיבה, גג הכרטסת.

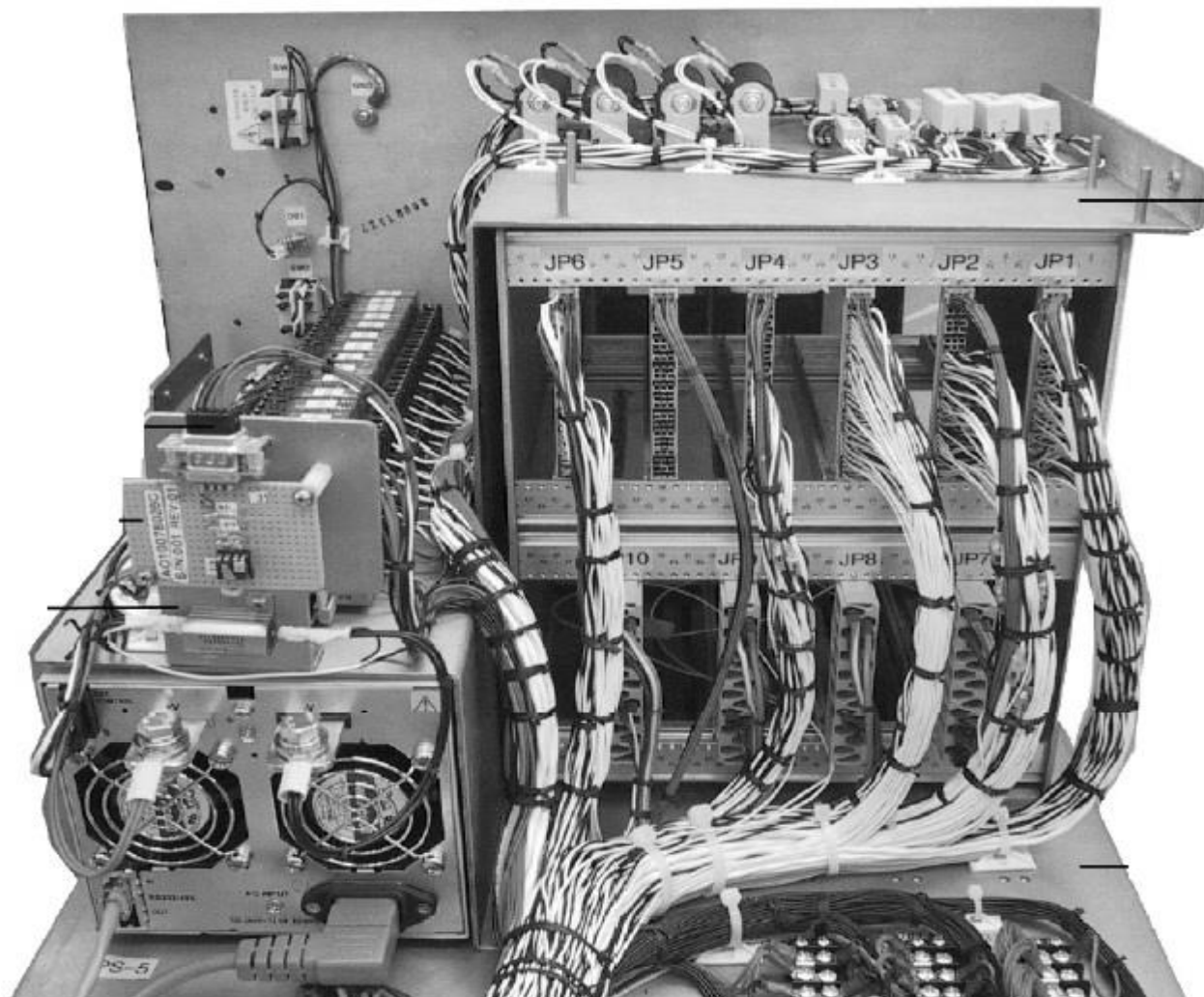
כל תיבה היא מקרה בפני עצמו בהתאם למרכיבי התיבה , במוצרי העבר קיימים מרבית הפתרונות לכל מקרה , מומלץ לחפש במערכת ה-MRP אחר דוגמאות .

להלן מספר דוגמאות בסיסיות של מוצרים אשר פותחו בעבר :

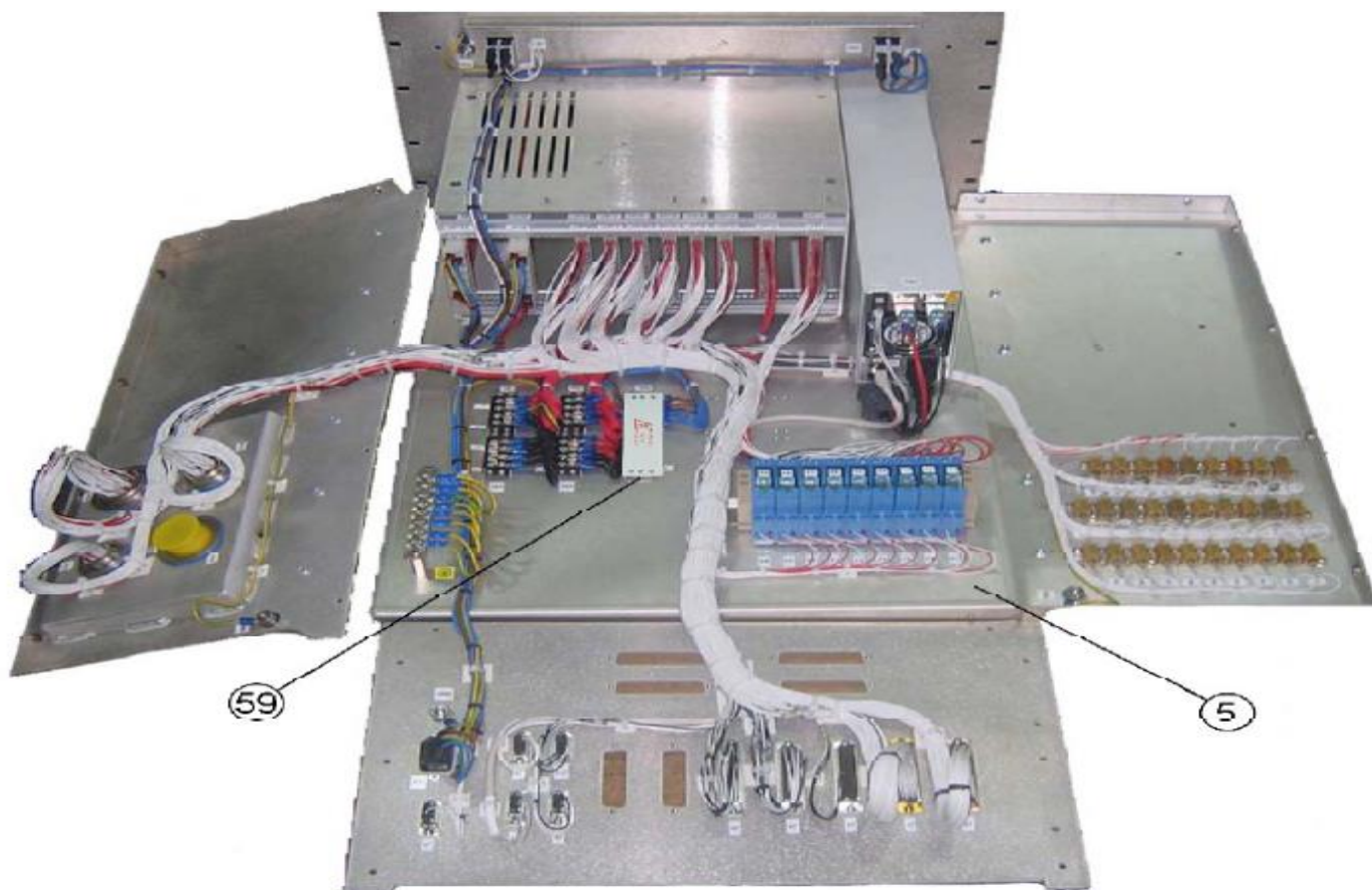
דוגמא למיקום מוצרים על גג הכרססת :



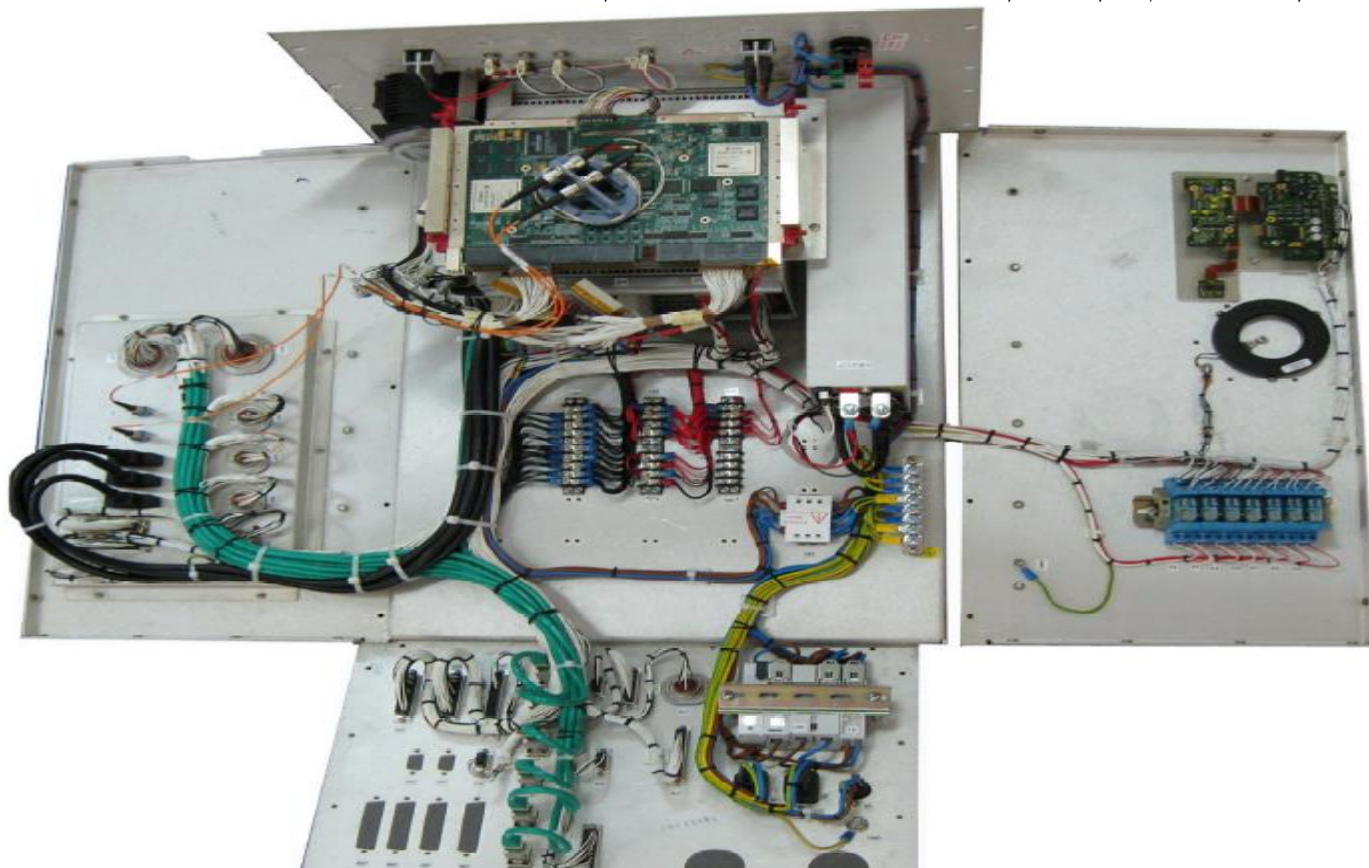
דוגמא נוספת :



דוגמא לתיבה הכוללת נגדי הספק על הדופן, ממסרים, ספק כוח מתוכנת, פסי TB על המגש:



דוגמא למיקום מרכיבים, ניתן להבחין בכרטיסים על גג הכרטסת ועל דופן התיבה:



5.10 קשיחים – הסבר ככלי על כל סוג (PRESS NUT , DSOS , STUD)

קשיחים הינם אמצעים מכאניים המורכבים על המתכות השונות בהתאם לצורך , להלן סקירה קלה על הקשיחים הנפוצים ביותר.

ההבדל העיקרי בין מתכת מסוג MP למתכת מסוג AM הוא השימוש בקשיחים , במתכת מסוג MP אין קשיחים לעומת מתכת מסוג AM בה יש קשיחים ועל כן נעשתה ההפרדה בין 2 סוגי המתכות . הכנסת הקשיחים נעשית על ידי יצרן המתכת בשלבי הייצור של המוצר .

להלן סקירה קצרה לסוגי הקשיחים הנפוצים :

5.10.1 : STUD



מבט אחורי

STUD משמש כהברגה הנעוצה בפנל עליו ניתן לחבר מוצרים הוא משמש כתחליף לבורג עם אום .

דוגמאות לפריט מתוך קטלוג של חברת PEM :

BROACHING TYPE STUDS (Bulletin K)		
	TYPES	GENERAL INFORMATION
	KFH	Studs for mounting into P.C. boards which can be used as solderable connectors as well as threaded fasteners. Thread sizes #4 to #10 and M3 to M5.

SELF-CLINCHING STUDS (Bulletin FH)		
	TYPES	GENERAL INFORMATION
	FH, FHS, FHA, TFH, TFHS, HFH, HFHS, HFHB, FH4, TPS	External threads in sheets as thin as .020"/0.51 mm. Included are flush-mounted studs, studs for thin sheets, high-strength studs, BUSBAR® studs, studs for stainless steel and non-threaded alignment pins.

5.10.2 : DSOS

DSOS משמש כהברגה למחבר נגדי עבור מחברים מסוג : D-TYPE הממוקמים על הפנל או כל אמצעי אחר הדורש הברגה נגדית.

ה- DSOS מאפשר להבריג בורג משני הצדדים (לא סגור כמו STUD).

CONNECT'R WARE® FASTENERS (Bulletin CW)		
	TYPES	GENERAL INFORMATION
	DSO, DSOS, IPIS, CFN, SLPS, ZIFC	Provide a cost-effective solution to your connector mounting requirements. Can replace as many as ten pieces of loose hardware per connector and can be installed in a fraction of the time.

דוגמא ל- DSOS על פנל :



5.10.3
PRESS NUT
אום נעוצה
:

PRESS NUT
הינו אום הנעוצה במתכת מתחת לחור ומשמשת כהברגה קבועה.

SELF-CLINCHING NUTS (Bulletin CL)		
	TYPES	GENERAL INFORMATION
	S, SS, SP, H, HN, HNL, CLS, CLSS, CLA	Strong internal threads in sheets as thin as .030" / 0.8 mm. Thread sizes #2 to 1/2" and M2 to M10.



מבט אחורי
מבט חזיתי

5.10.4
STANDOFFS
- ספייסר מובנה
:

STANDOFFS
משמשים כספייסרים הנעוצים בפנל בדומה ל- DSOS אך חלקם הנעוץ סגור (בשונה מ- DSOS) גובהם נבחר בהתאם לצורך

CONCEALED-HEAD STANDOFFS (Bulletin CH)		
	TYPES	GENERAL INFORMATION
	CSS, CSOS	Installed into a blind milled hole where surface opposite standoff must remain unmarred. Thread sizes #4 to 1/4" and M3 to M6.



**הערה:
קיימים סוגים רבים של קשיחים ושל חברות רבות בהם חברת PEM שנחשבת המובילה בתחום ולעיתים נוטים לקרא לקשיחים בשם PEM על שם החברה .

5.11. אורור, פיזור חום:

תיבות רבות הכוללות מרכיבים צורכי הספק כגון: ספקי כוח, נגדי הספק, כל מוצר בעל צריכת הספק גבוהה זקוקות לקירור המרכיבים על מנת שלא יפתח חום גבוה אשר משפיע על ביצועי המוצר.

קיימות מספר שיטות לקירור צרכני ההספק:

1. קירור בהסעת חום על ידי אמצעי נקרא - FORCED CONVECTION.
2. קירור עצמי - HEAT CONVECTION \ FREE AIR CONVECTION.

5.11.1 שיטת הסעת חום FORCED CONVECTION:

שיטת הסעת החום נעשית על ידי שילוב אמצעי קירור - מאורר אשר יסיע את החום המתפתח בתיבה אל מחוץ לתיבה. בשיטה זו של הוצאת האוויר החם אל מחוץ לתיבה והכנסה של אוויר קר מחוץ לתיבה נוצר הקירור הדרוש לתיבה. בחירת מאפייני המאורר, מתח עבודה, ספיקה חשובה לא פחות ממיקומו בתיבה, יש לאפשר כניסת אוויר מספקת על מנת שהספיקה של המאורר תעבוד במלואה.

קירור נקודתי בשיטה זו נעשה על ידי שילוב של גוף קירור HEAT SINK ועליו מאורר, בשיטה זו גוף הקירור מקבל את החום ישירות מן האלמנט החם והמאורר מושך את החום מגוף הקירור.

לסיכום: ערבול האוויר בתוך התיבה והוצאתו החוצה היינו השיטה הקלה והפשוטה ביותר של פיזור החום ולכן היא גם הנפוצה ביותר.

5.11.2 שיטת קירור עצמי FREE AIR CONVECTION:

שיטת קירור עצמי מבוססת על מעבר חום בין אלמנט חם אל אלמנט קר. בשיטה זו נמקם את הגוף החם על משטח מתכת על מנת שהחום מן הגוף החם יועבר אל המתכת ששטח הפנים שלה גדול יותר ויגרום לקירור. שימוש בגוף קירור HEAT SINK הממוקם בצמוד לגוף החם יעזור לפיזור החום למשטח המתכת של גוף הקירור. שיטה זו נהוגה כאשר ההספק (חום) של המוצר אותו רוצים לקרר לא גבוה מידי ושטח המתכת גדול דיו לביצוע המשימה.

5.11.3 פיזור חום – שיקולי תכנון:

בבואנו למקם את המוצרים בעלי ההספק הגבוה יש לבחור אחת משיטות הקירור וליישם אותם בתיבה, ניתן לשלב בין שתי השיטות לדוגמא: מיקום של ספק כוח על דופן הצד של התיבה ומנגד בדופן הנגדית למקם מאורר אשר ימשוך את האוויר החם אל מחוץ לתיבה.

חישוב סך ההספק בתיבה יהיה הגורם העיקרי לבחירת שיטת פיזור החום מן התיבה. הספק העולה על 150 וואט מחייב שימוש באמצעי קירור, עדיפות לקירור באמצעות מאוררים.

דוגמאות למאוררים וגופי קירור:



5.12 עדכון רשימות זוויד – בדיקה מחודשת של התכן המכאני - רענון

עדכון רשימות החלקים של המוצר נעשה באופן שוטף כאשר מבוצע התכן החשמלי, אך יש לזכור כי התכן המכאני עליו מבוסס המוצר בזמן התכנון החשמלי אמור להתעדכן במקביל. כאשר אנו מבצעים שינויים בתכנון יש לעדכן את המתכנן המכאני על כל שינוי אשר ישפיע בצורה ישירה על התכנון המכאני.

מומלץ להעביר את רשימת השינויים שבוצעו למתכנן המכאני תוך סימון הפריטים שהשתנו ברשימת החלקים, מעיין ECO כפי שמתבצע בתיעוד לאחר הקפאה, חשוב לזכור כי המתכנן המכאני היינו גורם רוחבי בחברתנו והוא לא מעורב בכל השלבים בתכנון הפרויקט (במיוחד בשלב התכן החשמלי).

ללא העברת השינויים בצורה מסודרת לא נדע האם כל השינויים יושמו בתכן המכאני.

5.13 התאמת התכן המכאני לדרישות תנאי סביבה

מוצרים הדורשים תנאי סביבה שונים מתנאי מעבדה חייבים לבוא לידי ביטוי בתכן המכאני של המוצר. תנאי סביבה למערכות הממוקמות בתנאי שדה משפיעים בצורה ישירה על התכנון המכאני.

לדוגמא:

1. דרישה לאטימות – מחייב תכן מכאני הכולל אמצעי אטימה וללא פתחים.
2. עמידה בטמפרטורות קיצון – מחייב פתרונות לקירור.
3. עמידה ברעידות – מחייב תכנון מכאני הכולל חיזוקים רבים על מנת להקנות חוזק מכאני רב למוצר.
4. משקל – תכן מכאני המותאם לנשיאה חייב להתחשב במשקל הסופי הרצוי.

בתכנון מכאני זה כל הגורמים הדרושים יילקחו בחשבון והתכנון המכאני יעשה בהתאם להגדרות.

מוצרים העומדים בתנאי סביבה יבחנו באנליזות שונות ובבדיקות במעבדה על מנת להוכיח את איכות המוצר והתכן.

6. חשמל \ מתח גבוה

מרבית מוצרי צבאן משלבים מוצרי הניזונים ממתח הרשת 230VAC \ 110VAC ולעיתים קרובות גם מתח 400VAC. הטיפול בחשמל במערכת יעשה ע"פ כללי חוק החשמל ותקנותיו. מתח מ- 42V ומעלה נחשב כמתח גבוה ויש לנהוג בקווים אלו ע"פ תקנות החשמל. תקני החשמל המחייבים הינם לפי תקן CE (תקן EN61010) וחוק החשמל הישראלי. כאשר אנו משתמשים בצידוד המופעל בחשמל יש לקחת בחשבון סיכונים בסיסיים שיוצר הזרם החשמלי:

- "מכת חשמל" לאדם.
- הצתה של חומרים דליקים או נפיצים.
- חימום וחימום יתר.
- הפעלה בשוגג, הפעלה לא זהירה ו/או רשלנית.
- שגיאה בהפעלה.
- פיצוץ חשמלי.

כללי:

זרם חילופין (מסומן ב- AC ראשי תיבות באנגלית של Alternating Current) הוא זרם חשמלי שהופך את כיוונו באופן מחזורי (זמן המחזור נמדד ביחידות Hz - הרץ).

תגובותיו של גוף האדם להשפעות זרם ממקור מתח חיצוני העובר דרכו (מכת חשמל) זהות לתגובות שמגיב הגוף בהשפעת הזרם הפנימי שמפעיל את השרירים השונים. זרם החשמל ברשת הארצית פועל בתדר של 50Hz והמתח הוא בד"כ 230V או 380V (תלת פאזי).

השפעותיו של הזרם החשמל תלויות בעוצמת הזרם העובר דרך הגוף:

- 1-2 מילי אמפר - תחושת דקירות בקצות האצבעות.
- 2-10 מילי אמפר - תחושת כאב ביד.
- 10-25 מילי אמפר - התכווצויות חזקות בשריר כף היד ואי יכולת לשחרר את אחיזת היד.
- 20-100 מילי אמפר - עצירת הנשימה הפרעות בקצב הלב.
- 100-1000 מילי אמפר - פרפור חדרי הלב, שיבושים במחזור הדם.
- 1 אמפר ומעלה - כוויות קשות, שיתוק אברים פנימיים ואף מוות.

מכת חשמל יכולה להיגרם כתוצאה מ:

- מגע במוליך חשוף (הנמצא תחת מתח) ללא בידוד.
- כשל של הבידוד בקו החשמל או בצידוד חשמלי.
- פריקה מסיבית של מטען חשמל סטטי או מכת ברק.

התכנון החשמלי של המוצר הכולל מתחי AC יאושר טכנית ע"י חשמלאי בודק על ידי בדיקה וחתימה על השרטוטים. השרטוט החתום + דוח בחינה מהחשמלאי ישמר בתיק הייצור של המוצר הנמצא בתיק הפרויקט.

בשלב סקר התיכון של המערכת CDR, חובה להציג בכתב את משטר האספקות והאדמות של המערכת.

במערכות רבות תמצא תיבה שתפקידה לנהל ולפזר את מתח הרשת אל הצרכנים השונים - תיבת AC. תיבה זו ירוכזו כל האמצעים הדרושים לשליטה ופיקוד על מתח הרשת (ממ"ט, פחת, ממסרים, שקעים שעונים ועוד). תיבה זו תהווה כצומת המרכזית עבור מתחי הרשת.

ע"פ תקן CE תיבה זו תיבדק לעמידות בבחינות SAFETY על מנת לאשר את המוצר לתקן CE.

חיווט קווי החשמל יבוצע בצבעים חום, כחול, צהוב \ צהוב ירוק בלבד ! והחוטים יהיו בעלי תקן VDE המותאם לתקני CE.

6.1 מוצרי שליטה ובקרה וחיבור למתחי הרשת :

להלן הסבר כללי על מרכיבי תיבת ה- AC ומוצרי השליטה ובקרה על מתח הרשת :

6.1.1 מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מאמ"ת \ חצי אוטומט) Miniature Circuit Breaker MCB :

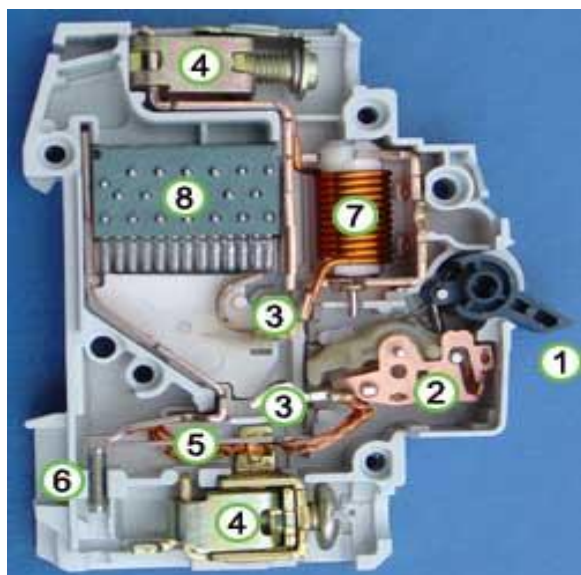
מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מאמ"ת \ CB) הוא רכיב חשמלי שנועד להגן מפני זרמי יתר, קצר ועומס יתר. עקרון הפעולה של ה-CB הוא הפסקת הזרם על ידי ניתוק המעגל, כתוצאה מפעולה מכאנית המתרחשת בתוכו. מאמ"ת משמש בדרך כלל להגן על מעגל חשמלי אליו מחוברים מספר מכשירים. לאחר ניתוק המעגל או המכשיר על ידי ה-CB ניתן לחברו מחדש פשוט על ידי הרמת מתג ההפעלה.

ניתוק עומס יתר : מתבצע על ידי מנגנון מכאני המופעל על ידי דו-מתכת. במצב עבודה רגיל עובר הזרם בפס ללא השפעה, אולם כאשר הזרם עובר את הערך המותר מתעוות הפס ומפעיל מנגנון ניתוק, זהו מנגנון איטי ומהירות הניתוק נקבעת מתוך עצמת זרם היתר.

ניתוק קצר : מתבצע על ידי מנגנון מכאני המופעל באמצעות אלקטרומגנט - ליבת ברזל סביבה כרוך מוליך בו עובר הזרם. עם התפתחות זרם קצר הליבה הופכת למגנט רב עוצמה שמפעיל את מנגנון הניתוק.

מבט על פנים מאמ"ת \ CB מלווה בהסברים :

1. מתג ההפעלה – משמש להפעלה \ הפסקה יזומה או להפעלה מחדש לאחר ניתוק.
2. מנגנון ניתוק מכאני.
3. מגעים : הזרם זורם כל עוד נוגעים זה בזה בזמן ניתוק המגעים ניתקים.
4. ברגים להידוק כבלי חשמל (כניסה ויציאה).
5. פס דו מתכת.
6. בורג כיוונון – לקביעה מדויקת של זרם העבודה .
(מבצע ע"י היצרן בלבד ולא ניתן לשינוי).
7. אלקטרו מגנט.
8. תא כיבוי קשת.

**סוגי מאמ"תים :**

אופיין של ה-CB הוא גרף המתאר תוך כמה זמן יתנתק ה-CB בהתאם לזרם הזורם בו (ראה בדף נתונים).
אופיין B – מבצע ניתוק מיידי כאשר הזרם עולה על פי 3 מהזרם הנומינלי, משמש לכל מכשיר חשמלי למעט מנועים.
אופיין C – מבצע ניתוק מיידי כאשר הזרם עולה על פי 10-15 מהזרם הנומינלי, משמש לכל מכשיר חשמלי ובעיקר למנועים.

חשוב לזכור כי מאמ"ת לא מגן על גוף האדם !**שיקולי תכנון :**

כל מערכת חשמל מחייבת הגנה ועל כן ימוקם **CB ראשי** בכניסה לתיבת AC \ למערכת המותאם ל 125% מהזרם המרבי של המוצר על מנת להגן על המערכת כולה.

צרכן משני (שקעים) חייב להיות מוגן אף הוא ע"י CB המותאם לזרם המרבי של הצרכן (שקע).
עובי חוטי החשמל יבחרו בהתאמה.

כמות הקומות במפסק יבחר בהתאם לצורך יש להשתמש בדגמים החדשים המנתקים גם את הקו החוזר.

מוצרים מועדפים של חברת : HAGER , ABB.



6.1.2 ממסר פחת:

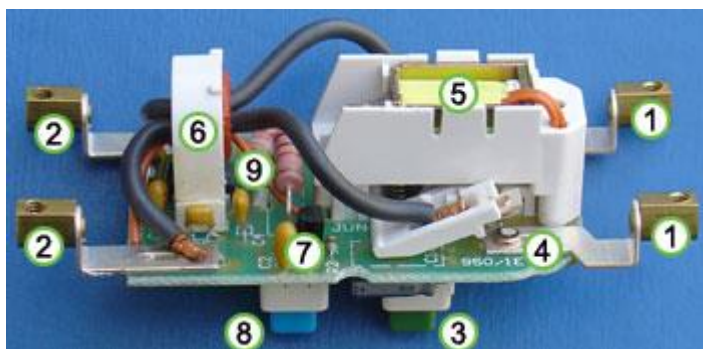
ממסר פחת (מפסק פחת) הוא מפסק המגן ומנתק אוטומטית את מערכת החשמל ממקור המתח, במקרה של הופעת זרם זליגה במוצר.
מטרתו של המפסק לשפר את רמת ההגנה מפני התחשמלות.

עקרון הפעולה של ממסר פחת: מתבסס על מדידת ההפרש בין הזרם המגיע לפחת לבין הזרם החוזר ממנו.
כאשר קיים הפרש בין הזרמים, כלומר הזרם המגיע נמוך יותר, משמעות הדבר היא זליגת הזרם דרך מקום אחר, שמקורה עלול להיות בהתחשמלות אדם, ואז ממסר הפחת מנתק את הזרם, בהתאם לרמת הרגישות שלו שנמדדת במילי אמפר. במכשירים רגילים הרגישות עומדת על 30 מילי אמפר.
ממסר הפחת לא מקטין את הזרם העובר דרך האדם המתחשמל אלא רק מגביל את משך הזמן לכדי 10-30 מילי שניות!

אופן הפעולה:

ממסר הפחת, בגרסתו הפשוטה בנוי מטבעת פריט (FERRITE) דרכה מלופפים שלושה סלילים.
הזרם העובר דרך הסליל הראשון והשני כך שהם יוצרים שדות חשמליים מנוגדים – במצב הרגיל בו הזרם שווה בין הסלילים, השדות האלקטרומגנטיים יבטלו זה את זה ולא ייוצר זרם בסליל השלישי, אך כאשר נוצר זרם גדול יותר באחד מהם (כתוצאה של זליגה במעגל) נוצר זרם בסליל השלישי אשר מפעיל התקן אלקטרו מכאני המשחרר את קפיץ הפחת וגורם לניתוק המעגל החשמלי.

מבט על פנים ממסר פחת מלווה בהסברים:



1. מגעי כניסה PHASE & NUTRAL.
2. מגעי יציאה PHASE & NUTRAL.
3. כפתור RESET (לא קיים בכל הדגמים).
4. מגע.
5. סלנואיד \ ממסר.
6. סליל חישה.
7. מעגל חישה.
8. לחצן בדיקה.
9. חוט בדיקה- משמש את מעגל הבדיקה.

שיקולי תכנון:

כל מערכת חשמל מחייבת הגנה מפני התחשמלות (אלא אם מותקן ממסר פחת במקום בו תמוקם המערכת) ועל כן ימוקם ממסר פחת אחרי המפסק הראשי בתיבת AC \ במערכת.
הממסר פחת יותאם ל-125% מהזרם המרבי של המוצר.
עובי חוטי החשמל אשר יחוברו לממסר פחת יבחרו בהתאמה.

מוצרים מועדפים של חברת: HAGER, ABB.



6.1.3 סליל הפסקה – SHUNT TRIP :

סלילה הפסקה משמש כאמצעי עזר לצורך ניתוק ה-CB הראשי בעת לחיצה על מפסק חירום על מנת לגרום למפעיל לבצע 2 פעולות לחידוש המתח (פעולה ראשונה שחרור מפסק חירום , פעולה שנייה הרמת המפסק הראשי).



עקרון פעולה :

סליל ההפסקה מוצמד פיזית ל- CB הראשי כך שהפין היוצא מהמפסק יכנס לתוך ה- CB הראשי. בעת אספקת מתח למגעי הסליל , המפסק יעבור למצב OFF וישא עמו את ה-CB הראשי אשר מחובר אליו.

בחירת סליל ההפעלה נעשה ע"פ מתח ההפעלה שלו.

מוצרים מועדפים של חברת : ABB , HAGER , תוך התאמה מלאה ל-CB הראשי.

ניתן לממש את אותה הפעולה באמצעות מעגל לתפיסה עצמית עם 2 ממסרים – לא פופולארי אך אפשרי , (ראה תיבת AC של צב"ד ברד פלדה PK217A01M).

6.1.4 מפסק חירום EMERGENCY SWITCH :

מפסק חירום תפקידו לנתק את המערכת כולה ממתח הרשת בשעת חירום . המפסק ימוקם במערכת במקום בולט ובגישה נוחה למשתמש.

מפסק חירום יהיה בצורת פטרייה בצבע אדום.

מפסק החירום יחובר באמצעות צמה לתיבת השליטה ובקרה על מתחי ה- AC או למקום המיועד עבורו במערכת.

תקן CE מחייב (במרבית המקרים) לאחר לחיצה על מפסק החירום לגרום למפעיל לבצע 2 פעולות לחידוש המתח הראשי פעולה ראשונה שחרור מפסק חירום , פעולה שנייה הרמת המפסק הראשי.



מפסק חירום מורכב ממספר חלקים : פטרייה , בסיס לחיבור מגעים , מגע פתוח , מגע סגור.

מגע פתוח - NORMALLY OPEN צבע ירוק (משמש במרבית המקרים).

מגע סגור – NORMALLY CLOSE צבע אדום (משמש במקרים מיוחדים).

** הערה :

על פי תקן CE השימוש במילה EMERGENCY יעשה במערכת המפעילה התקן מכאני זז. הסיבה : בחינת המוצר במקרה זה תעשה לפי בחינות למוצרים חשמליים ומכאניים .

ראה צב"ד OT (היחידה הנבדקת הינה מוצר אלקטרוני ומכאני).

מומלץ להשתמש במילה STOP בשאר המקרים על מנת לצמצם את הבחינה למוצרים אלקטרוניים בלבד. ראה צב"ד נ"ט גנרי.

6.1.5 הגנה מפני רעשים - פילטרים :

מתח הרשת המסופק למערכת לעיתים לא נקי מרעשים, באמצעות פילטר חשמלי המותאם לכמות הפאזות ולזרם הצריכה של המערכת יבוצע ניקוי (FILTER) של הרעשים ממתח הרשת. הפילטר יבחר בהתאמה למתח ההפעלה של המערכת ולתדרים אותם רוצים לנקות. קיימים סוגים רבים של יצרנים ומוצרים יש לבחור בקפידה את הפילטר.

יצרן מומלץ : TIMONTA .

6.1.6 הגנה מפני ברקים – VARISTORS :

מערכת המוזנת ממתח הרשת נדרשת להגן על עצמה מפני ברקים ע"פ תקן CE (במרבית המקרים). הקניית הגנה זו נעשית במספר שיטות :

1. הוספת VARISTOR בין הפאזה לאדמה ובין הקו החוזר (NUTRAL) לאדמה.
2. שילוב מגן נגד ברקים קנוי – מנ"מ.

בשימוש ב- VARISTOR ערך ה- VARISTOR יותאם למתח הרשת.

שימוש במגן ברקים קנוי – מנ"מ – מגן נחשול ומתח יתר :

הסבר מתוך קטלוג חברת HAGER :

נחשולי מתח יתר נוצרים במערכות החשמל והתקשורת בכל מתקן חשמלי ונוצרים משני מקורות :

1. חיצוניים- התפרקות של ברקים ומטענים אלקטרו סטטיים.
2. פנימיים- על ידי פעולות מיתוג, קצר חשמלי ותופעות תהודה.

נחשולי מתח יתר הנוצרים ברשתות החשמל והתקשורת שואפים לפרוק את האנרגיה האצורה בהם במהירות לאדמה בדרך הקצרה ביותר (עכבה נמוכה).

מגנים מפני נחשולי מתח יתר מותקנים בלוח החשמל ותפקידם לנתב את נחשול המתח לאדמה ולמנוע נזקים בציוד רגיש.

המגנים מיוצרים בהתאם לדרישות התקן האירופי IEC 61643-1 ותואם לתקן הישראלי 2283. המגנים מתחלקים לשלוש קבוצות :

1. אזור בעל סיכון גבוה- אזורים בהם החשיפה לפגיעת נחשול ברק היא גבוהה ביותר ובעלת עכבת כניסה נמוכה מאוד, כגון : מבני תעשייה ומסחר גדולים.
2. אזור בעל סיכון בינוני- אזורים בהם החשיפה לפגיעת נחשול מתח היא בינונית, כגון : מתקני מסחר ושירותים, דירות מגורים בהם עכבת הכניסה בינונית.
3. אזור בעל סיכון נמוך- מגן המיועד להגנה על מעגלים סופיים המוזנים בציוד אלקטרוני רגיש.

מומלץ להשתמש בתושבת דגם SPN240D של חברת HAGER לאזור סיכון בינוני (מרבית המקרים). ובקסטה דגם SPN040D.

מומלץ להשתמש בתושבת דגם SPN440D של חברת HAGER לאזור סיכון גבוה (נדיר). ובקסטה דגם SPN040D.

יש לוודא בדפי הנתונים של היצרן טרם בחירת הרכיבים.

6.1.7 מחברי חשמל :

מחברי חשמל נועדו לחיבור מתח גבוה לתיבות \ מערכת ויותאמו ביכולתם לשאת 125% - 150% מהעומס המרבי הצפוי.

מחבר כניסה לתיבה יהיה תמיד מחבר זכר (כך שהכבל המביא את המתח יהיה נקבה וימנע מגע מקרי במגעים).

מחברי המוצא יהיו תמיד מחברי נקבה – למניעת מגע מקרי במגע המחבר.

קיימים סוגים רבים של מחברים של חברות רבות, להלן מספר דוגמאות למשפחות פופולאריות:

מחבר ראשי לצמות \ פנלים של חברת PCE באמפרים שונים חד פאזי ותלת פאזי:



מחברי קומקום לצמות \ פנלים, 10 אמפר:



6.1.8 חוטי חשמל :

חוטי החשמל המשמשים לחיווט חשמל יהיו בתקן VDE (תקן גרמני VDE0295) המיוצרים על ידי חברת LAPP כבלים.

סדרות מאושרות לשימוש בחברת LAPP : HAR , ÖLFLEX® CLASSIC 100.

חוטי החשמל יותאמו לזרם המרבי הצפוי תוך שמירה על מקדם בטיחות של 50% ומעלה בבחירת עובי המוליך.
חיווט התיבה יעשה תוך הפרדה בין מתחי AC למתחי DC ככל האפשר.

חיווט קווי הארקה יבוצעו בחוטים בצבע צהוב ירוק.
חיווט קווי פאזה (PHASE \ LINE \ L) יבוצעו בצבע חום.
חיווט קווי NUTRAL (N) יבוצעו בצבע כחול.

כבל ראשי יבחר בהתאם לזרם המרבי תוך שמירה על מקדם בטיחות של 125%-150% בבחירת עובי המוליך.

דוגמאות לחוטי חשמל של חברת LAPP :

חוט בודד :

Harmonized European Hook-up Wire, Cable & Cordage

<HAR> Hook-up Wire
Types H05V-K, H07V-K

<HAR> CE RoHS

This hook-up wire is <HAR> approved, conforming to European standards. It can be used to wire electronic and electrical equipment for export to Europe.

Recommended Applications:
Panel and machine wiring for export usage. Electronic equipment, Medical equipment, Wire bundling, MRO replacement of European equipment and Machinery.

Application Advantage:

- 14 color code options
- <HAR> & CE approved
- Large AWG range: 22AWG to 480 KCMIL
- Flexible stranding vs. solid core and 7 strand

Construction:
Finely stranded bare copper conductors; PVC insulation.



כבל הזנה :

ÖLFLEX® CLASSIC 100
Flexible Power and Control Cable
Color Coded

CE RoHS

ÖLFLEX® CLASSIC 100 is a color coded, multi-conductor control and power cable for use in all electrical equipment in dry, damp or wet conditions. It is a European style cable conforming to CE and is available unshielded and shielded.

Recommended Applications:
Control systems, Assembly lines, Control panels, Data processing equipment and other European influenced machinery specifications

Application Advantages:

- European color code for power
- Conforms to CE standards
- Available with inner jacket and tinned copper braid for EMI/RFI protection
- Pressure extruded jacket for improved flexibility

Construction:
Finely stranded bare copper conductors; PVC insulation; conductors cabled with non-wicking fillers; dry lubricant; gray PVC jacket.



6.2 הנחיות ושיקולי תכנון בחשמל :

הנחיות לתכנון תיבות חשמל (תיבות AC \ תיבות הכוללות מתח גבוה - מעל 42 וולט) :

1. בפנל אחורי של תיבה המכילה מתחים מעל 42 וולט יש למקם STUD לחיבור הארקה (פנימי וחיצוני) לצורך חיבור הארקה להגנה , עובי ה- STUD יהיה לפחות 4 מ"מ ויותאם לזרם המרבי שתהייה בתיבה.
2. יש לוודא ניקוי של הצבע סביב ה- STUD זו על מנת לוודא מגע גליוני טוב.
3. כל פנל פנימי בתיבה יכול STUD לחיבור קו הארקה בתוך התיבה (גם אם אין חוטי חשמל) - כמקדם בטיחות.
4. במידת האפשר , יש להפריד חיווט במתח נמוך (DC) למתחי AC .
5. יש להגן מפני נגיעה מקרית בחוטי החשמל החשופים (הגנה על פסי חיבורים – TB ועוד) .
6. חיווט יבוצע בצבעים תקינים (חום , כחול , צהוב ירוק) .
7. כבל הזנה , מפסק ראשי ומחברים יותאמו לזרם המרבי המתוכנן עם מקדם בטחון של 125%-150%.
8. בתיבה ימוקם פס הארקה ראשי (CHASS BAR) בו כל צרכן יחובר לבורג בודד , יש לשמור 1-2 ברגים לגדילה עתידית.
9. בכל מקום במוצר בעל פוטנציאל סכנה , יש לשים לידו תווית אזהרה DANGER HIGH VOLTAGE בצבע אדום.
10. מפסק ראשי לא יהיה בצבע אדום , מומלץ צבע לבן \ ירוק \ שחור.
11. בכל תיבת אספקות ראשית יש לוודא קיום \ חיבור למפסק חירום ננעל המנתק מתח מכל המערכת .
12. מפסק חירום – על מנת להחזיר את המתח לאחר לחיצתו נדרשות 2 פעולות בלתי תלויות.
13. בחיווט צמות חיצוניות של חשמל בקצה הצמה יש לעשות חיבור מכאני בנוסף לחשמלי (BACK SHELL) על מנת למנוע קריעת החיבורים במקרה של משיכת הצמה.
14. אורך כבל הזנה יהיה בתחום של 1.5 מטר – 4.5 מטר , (חריגה מתחום זה מחייבת אישור לקוח)
15. סימון נתיך (פיוז) - חייב להיות מצוין זרם הנתיך (ניתן לרשום גם את סוגו) .
16. המוצר חייב להיות מוגן מפני התזה מקרית של נוזל , במקרים של תנ"ס התיבה \ מוצר יעמוד בתנאי הסביבה הנדרשים מן המערכת.
17. על המוצר צריכה להיות תווית זיהוי \ כיתוב הכולל : מתח עבודה , תדר , זרם מרבי , מק"ט יצרן , מהדורה.
18. ממסר פחת והגנה נגד ברקים ישולבו להגנה על המפעיל רק במידה ואין במעבדה בו יותקן הציוד.
19. כניסת מתח תסומן לפי : סוג המתח, תדר וזרם מרבי.

מוצר אב טיפוס - מחייב בדיקה של חשמלאי בודק .
חשמלאי בודק יאשר את תכן התיבה ויחתום ע"ג השרטוטים ויבצע בדיקה ע"פ טפסי בדיקה לבדיקת חשמלאי.
השרטוטים ישמרו בתיק התיעוד ובתיק הפרויקט.
החשמלאי בודק יפיק דוח מפורט אשר יצורף לטופס הבדיקה ולתיק הייצור.

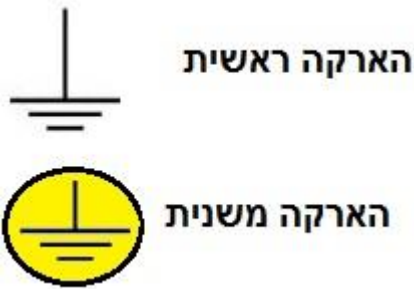
מוצר משוכפל – נבדק ע"י חשמלאי מוסמך.
החשמלאי יבצע בדיקה ע"פ טפסי בדיקה לבדיקת חשמלאי.

6.3 סימונים ואזהרות בחשמל:

מוצר חשמלי המוזן ממתח הרשת יסומן בכל מקום בו קיימת סכנת התחשמלות .
בכל מקום בו קיים פוטנציאל למגע מקרי \ מגע אפשרי , יש לסמן את האזור במדבקה הבאה :



סימון הארקה ראשי במערכת יסומן ע"פ סימון הארקה ראשי.
סימון הארקה משנית יעשה ע"פ סימון הארקה משנית.



סימון הארקה בתיבה :
נקודת הארקה הראשית (CHASS BAR) יסומן בסימון הארקה משנית (היות והתיבה משולבת בתוך מערכת)
שאר נקודות הארקה בתיבה יסומנו במילה GND.

7. בדיקה עצמית – SELF TEST

7.1 כללים עקרוניים

- 7.1.1 בדיקה בשיטת WARP AROUND תעשה באמצעות "סגירה חזרה" ע"י חיבור צמת ה UUT אל הצב"ד בחיבור ישיר/צמת ST/קופסת ST
- 7.1.2 בבדיקת ה ST יעשה שימוש במשאבים הקיימים בלבד למעט מקרים חריגים בהם נדרש להוסיף משאבים נוספים.
- 7.1.3 משאבים שניתן לסגור (משאב שבדוק משאב אחר) ע"פ הטבלה :

סוג משאב	משאב לבדיקה	משאב בודק חלופה 1	משאב בודק חלופה 2	הערות
דיסקריטים	DS	DR	A\D עם pullup\down מתאים	1. חייבים להיות באותו אופי למשל OPEN\GND
	GND	DR	A\D עם מחלק מתח.	2. בודקים בשני מצבים ON <- OFF
DIO	DIG	DIG	A\D	
ANALOG	A\D	D\A	DS/קבוע/ מתח	במקרה שמשתמשים ב D\A יש לבדוק ב 3 רמות: 1V,5V,9V
	D\A	A\D	SCOPE\ DMM	
תקשורת	RS232	ערוץ אחר	RX ל TX באותו ערוץ TX ל RX באותו ערוץ	1. עדיפות לערוץ אחר וכרטיס אחר בפרט כדי לוודא שאדמות תקינות 2. יש לבדוק ב BAUD RATE מקסימאלי 3. בדיקה מבוצעת ע"י שליחת string, קריאתו והשוואה
	RS422	ערוץ אחר		
	RS485	ערוץ אחר	סקופ A\D/	יש לבדוק ב BAUD RATE מקסימאלי
	CANBUS	ערוץ אחר	סקופ A\D/	
	ETH	MANAGED SWITCH	ערוץ אחר	1. עדיפות ל managed switch - מספק מדידת פרמטרים מעבר ל ping 2. במקרה של בדיקה ע"י PING ב LOG ירשם PING OK -> NO/YES
	1553	A ל B	אם יותר מערוץ אחד אז לערוץ שני	
	1 WIRE	לערוץ שני	אם אין יותר מערוץ אחד אז ל A\D	
	אופטי	כמו ETH		
	I2C \ SPI	ערוץ אחר		1. יש להוסיף רכיב (משאב נוסף) ב GP 2. בשל אורך צמות ומגבלת טווח של פרוטוקולים אלו יש לשקול לשלב repeaters
	נגדים	DMM	A\D עם מחלק נגדים /מדידת זרם בספק	
עומסים	עומס אלקטרוני	ספק וקריאת צריכת זרם והשוואה מול מדידה בעומס		
VIDEO	Video out	צג	FRAME GRABBER	בדיקה עוברת כאשר < 800 בהתאם לפורמט: אנלוגי, SDI וכו'
	Video in	Bar generator		
מתחים	PS	A\D	DMM \ SCOPE	במקרה של ספק ממותג לבדוק מצבים OFF <- ON

7.2 בדיקות ראשוניות - INIT

בדיקת תקינות כרטיסי מחשב – מבוצע תקשורת מול החומרות ובדיקת תקינות BIT למשל בדיקת LOOPBACK פנימית של כרטיס ה 1553

- בדיקות מתחי צב"ד
- בדיקות ספק UUT
- במקרה של ספק נשלט יש לבדוק ON < OFF
- בדיקות זרמים – קריאת צריכה מהספק או באמצעות SHUNT :
 - בדיקה בריקים – למדידת זרם "אפס" לוודא שאין תקלה ואין צריכה לא צפויה
 - בדיקה תחת עומס בסיום הבדיקה יש לנתק את העומס

במקרה של תקלה בבדיקות מתחים יש להפסיק את בדיקת ה ST ואין להמשיך בבדיקות.

7.3 בדיקות חיצוניות למפסקים \ נוריות בצב"ד

בדיקות חיצוניות למפסקים \ נוריות בצב"ד

בדיקות חיצוניות למפסקים \ נוריות בצב"ד

יש לבצע בדיקה 100% לכל הנוריות והמפסקים בצב"ד באופן הבא :

- נוריות חיווי - **לא נשלטות** :
יש לנסות לאחד לבדיקה אחת כמה שניתן במענה אחד של המשתמש כן/לא.
- נוריות חיווי- **נשלטות** :
לבדוק בשני מצבים : ON ואז OFF
אלא אם נדרש מתח אספקה עבור בדיקות מעגלים נוספים ואז יהיה סדר הבדיקה OFF ואז ON
- מפסק שליטה/אספקת מתח ל UUT – יש לבדוק ON ואז OFF
- יש לשלב תמונות + הנחיות מה לחבר ולאו, **ראה דוגמאות**

7.4 בדיקות בעומס/STRESS

בדומה לבדיקת ספקים, בדיקות תחת עומס אם זה ע"י שימוש בנגדי עומס המאלצים זרם גבוה או בדיקות RF בהם ישנם הספקים גבוהים, הכלל הוא :

לבדוק תמיד בשני מצבים ON ואז OFF

7.5 במקרה של תקלה

יש להציג דיאגנוסטיקה – יבוצע ע"י PDF – ייפתח גלובאלית ומנוהל ב maintenance ברמת ה project.

7.6 הצגה ב LOG לפי סוג בדיקה

יש להציג ב LOG לכל סוג בדיקה את התוצאות בעזרת ה headers לפי הטבלה מטה.

דוגמא ל headers ב LOG:

Task 2		UUT DC PS			
Signal Name	Min	Received	Max	Unit	Result
28VDC VCR	26.000	28.128	30.000	Volt	PASS

← Headers example

Headers example

TEST TYPE	Header name \ Example	Header 1	Header 2	Header 3	Header 4	Header 5	Header 6
Voltage	Header name	Signal name	Min	Received	Max	Units	Result
	Example	28VDC VCR	26	28.128	30	Volt	PASS
Current	Header name	Signal name	Min	Received	Max	Units	Result
	Example	28VDC VCR CURRENT With Load 20Ohm	1.2	1.4	1.6	Amp	PASS
DS	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	DS37_DR16	ON	ON	PASS		
		DS37_DR16	OFF	OFF	PASS		
TTL	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	TTL_1	ON	ON	PASS		
		TTL_1	OFF	OFF	PASS		
A\D	Header name	Signal name	Min	Received	Max	Units	Result
	Example	A/D1_8	2.5	2.6	2.7	Volt	PASS
D\A	Header name	Signal name	Min	Received	Max	Units	Result
	Example	D\A1_2 [1V]	0.8	1	1.2	Volt	PASS
		D\A1_2 [5V]	2.2	2.5	2.8	Volt	PASS
		D\A1_2 [9V]	8.5	9	9.5	Volt	PASS
RES	Header name	Signal name	Min	Received	Max	Units	Result
	Example	R1 – 1Ohm	0.9	1	1.1	Ohm	PASS
RS232\ RS422\ CAN (2 channels)	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	RS232_COM1	123456789 abcdef	123456789 abcdef	PASS		
ETH	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	Ping Test Pass	YES	YES	PASS		
1553	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	1553_CH1_LOOPBACK	YES	YES	PASS		
SWITCH\ LED	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
	Example	LASER FIRE	ON	ON	PASS		
		LASER FIRE	OFF	OFF	PASS		

SW	Header name	Signal name	Expected	Received	Result		
VERSION	Example	FPGA VERSION	88.02	88.02	PASS		

7.7 העברת המידע אל התכנת

את המידע לתכנת יש להעביר בקובץ אקסל TEMPLATE HW-SW temaplate REV-01 מצורף ב Attachments במסמך זה.

סדר הבדיקות ומבנה שם הבדיקה

- במקרה שקיים TRD מהלקוח (קיימת גם בדיקת ATP מול יחידה) יש להיצמד לסדר הקיים ב TRD ככל הניתן.
- יש לאחד ככל הניתן tests ל TASKS על מנת לייצר סדר במבנה ה LOG
- יש לשמור על שם הסיגנל הנבדק כפי שמופיע ב UUT (נלקח מ TRD\ICD של הלקוח)
- בשם הסיגנל רצוי ככל הניתן לציין את המחבר/פין שנבדק ביחידה למשל: FIRE_ARM J3-47
- יש לתת את הדעת לבדיקות מקדימות ל Tests כגון:
 - בדיקות מתחים וזרמים
 - בדיקות BIT
 - בדיקות INIT PROG (צריבה)