

Performance ערכת
מדריך עמידות



STARLINK

תוכן העניינים

01

סקירה כללית

3

1.1 מאפיינים בולטים של Starlink Performance

3

02

פרטי עמידות

5

2.1 המסת שלג

5

2.2 ברד

5

2.3 נפילה

5

2.4 רטט

5

2.5 זעזוע

6

2.6 חדירת מים ואבק

6

2.7 תרמי

6

2.7.1 גבולות ביצועים תרמיים

7

2.7.2 בדיקת חיי מדף בתנאים תרמיים מואצים

7

2.8 קורוזיה/סביבה ימית

8

2.9 רוח

8

03

פרטי אספקת חשמל מתקדמת

8

3.1 מתח קלט ותדר

8

3.2 בדיקת תקני IEC

9

04

צריכת החשמל של Starlink Performance

9

05

מקורות

10

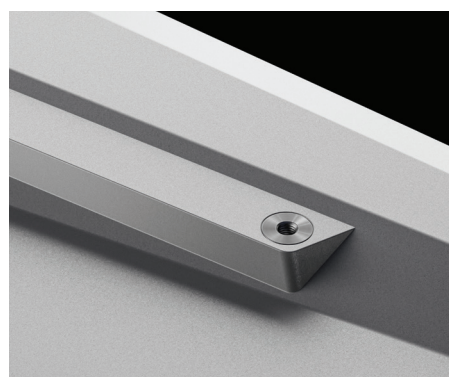
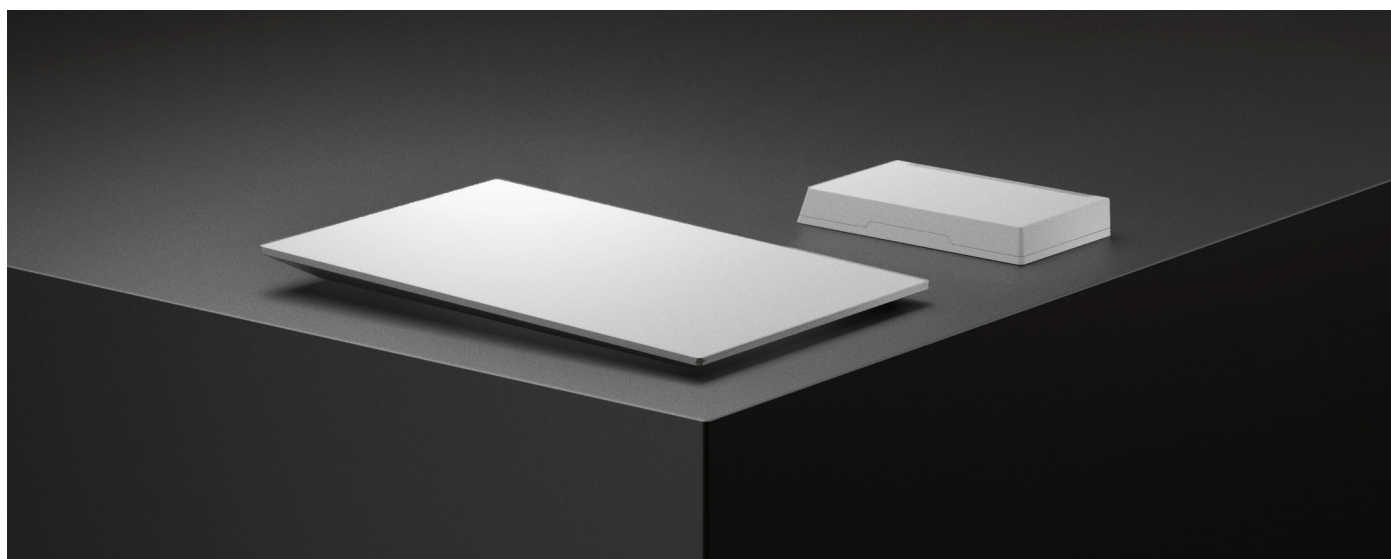
01. סקירה כללית

מסמך זה נועד לספק מידע נוסף על עמידות המוצר של ערכת Starlink Performance בהקשר לסביבות בעולם האמיתי. מידע זה אינו מחליף או מבטל אישורי מוצר או מגבלות שימוש מומלצות והוא מיועד לעיון כללי בלבד.

1.1 | Starlink Performance מאפיינים בולטים

Starlink Performance תוכננה כדי להיות פתרון עמיד ללקוחות הזקוקים לחיבור אמין לאינטרנט במהירות גבוהה בתנאי הסביבה הקשים ביותר. חלק ממאפייני העמידות החדשים כוללים:

- מעטפת אלומיניום בציפוי אבקה להגנה מפני פגיעות ועמידות בפני קורוזיה
- עמידה בפני מים ואבק עד דירוג של IP68 ללא מחבר מותקן, ומחבר נעילה המספק עמידות בפני מים ואבק עד IP69K
- תוכננה לעמוד בסביבות עם רטט וזעזועים מרובים וחזקים
- זווית סריקה של 140° , אידיאלית לשימושים ארגוניים ותוך כדי תנועה
- אספקת חשמל מתקדמת המסוגלת לספק מתח AC (ראשי), DC (ראשי), או AC (ראשי) + DC (גיבוי)
- מחבר מגן עם אפשרות לשימוש מחוץ למבנה להתקנות מותאמות אישית
- אביזרי חיבור לברגים מפלדת אל-חלד להרכבה חזקה ועמידה
- שיפורים בביצועים התרמיים להמסת שלג יעילה וביצועים טובים יותר בטמפרטורות קיצוניות



ערכת Starlink Performance נבדקה בקפידה כדי לעמוד בתנאים המפורטים בטבלה 1, עם מחזור חיים תכנוני של 10 שנים, שלוקח בחשבון שימוש בסביבות עם התנאים הקשים ביותר. פרופילי בדיקות האמינות תוכננו בהתאם לתנאי האקלים הקיצוניים ביותר, כולל אלה שקיימים בתנאי מדבר ובקטבים, יחד עם סביבות עם רטטים מרובים ורמות לחות גבוהות.

טבלה 1: סקירה כללית של עמידות Starlink Performance

בדיקת עמידות	Starlink Performance	ערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink
ברד	1.25 אינץ'	1.25 אינץ'
נפילה	1.0 מ'	1.5 מ'
רטט	PSD	GRMS 3.96
	משך זמן	34 שעות / ציר
זעזוע	תפקוד רגיל (Functional)	50g (כוח g), פעימת חצי גל סינוסואידי של 11 מילי-שניות
	תנאי ריסוק/תאונה (Crash)	75 גרם, פעימת גל שן-מסור של 6 מילי-שניות
חדירת אבק / מים		
קורוזיה / סביבה ימית		
מגבלות תרמיות לפעילות	טמפ' מקסימלית	60°C (140°F)*
	טמפ' מינימלית	-40°C (-40°F)
רוח		
+270 קמ"ש (+170 מייל לשעה)		

*הפחתת הביצועים עשויה להתחיל בטמפרטורה נמוכה יותר כדי להגן על המכשיר (משתנה בהתאם לתפוקה)
**נבדק על תושבות הרכבה למשטח ותושבות הרכבה משופעות של Starlink



02. פרטי עמידות של Starlink Performance

2.1 | המסת שלג

Starlink Performance מסוגלת להמיס שלג בקצב של 8.9 ס"מ לשעה (3.5 אינץ' לשעה) כאשר צפיפות השלג היא 100 ק"ג/מ"ק, ובקצב של 13.2 ס"מ לשעה (5.2 אינץ' לשעה) כאשר צפיפות השלג היא 68 ק"ג/מ"ק. יש להתקין את טרמינל המשתמשים עם תושבת הרכבה משופעת, תושבת הרכבה לקיר או מתאם צינור כדי להבטיח שהמים יתנקזו מהמשטח לשמירה על קליטה מיטבית של אותות Starlink.

2.2 | ברד

Starlink Performance וערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink עומדים בדרישות לשרידות במקרה של פגיעות ברד בקוטר של עד 1.25 אינץ' (3.175 ס"מ) ללא השפעה על הביצועים.

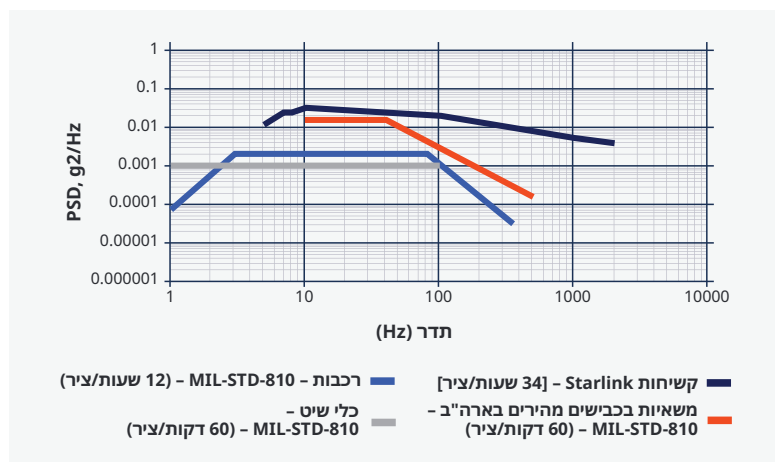
2.3 | נפילה

Starlink Performance ממשיכה לתפקד לאחר נפילה אחת על משטח פלדה מגובה של מטר אחד, על כל אחד מהמשטחים החיצוניים שלה, ואספקת החשמל המתקדמת של Starlink (ספק הכוח) ממשיכה לתפקד לאחר נפילה אחת על משטח פלדה מגובה של 1.5 מטר על כל אחד מהמשטחים החיצוניים שלה.

2.4 | רטט

Starlink Performance ואספקת החשמל המתקדמת של Starlink עומדים בדרישות הנוגעות לפרופיל קשיחות עבור רטטים בעת התקנה על תושבת הרכבה ניידת משופעת ותושבת הרכבה ניידת למשטח. פרופיל זה נוצר על ידי התאמת רמות צפיפות הספק ספקטרו (PSD), נקודות שבירה בגרף התדרים ומשך בדיקה למקרי שימוש ברכבות, סביבות בינוי, כלי רכב יבשתיים, כלי שיט ושימושי חקלאות, עם אורך חיים שווה ערך של 10 שנים. למרות שפרופילים מסוימים בתעשייה עשויים להציג PSD גבוה יותר בתדרים מסוימים, הנזק המצטבר שנוסף כתוצאה מהארכת משך הבדיקה מספק כיסוי נוסף כדי להתחשב בהבדלים ב-PSD. כל ציר פועל באותן רמות כדי שהחומרה תעמוד בקריטריונים לכל כיוון התקנה.

איור 1: השוואה בין פרופילי בדיקת רטט בשימוש נפוץ - ציר אנכי



למעלה מוצגות השוואות של פרופילי בדיקה בין רמות העמידה בקריטריונים שלנו לבין MIL-STD-810H. חשוב לשים לב שמשכי הבדיקות משתנים וכלולים במקרא.

טבלה 2: רמות חשיפה של פרופיל הקשיחות של Starlink

אנכי/רוחבי/אורכי	
g2/Hz, PSD	תדר (Hz)
0.0115	5
0.0231	7
0.0231	8
0.0249	10
0.0192	100
0.0050	1000
0.0037	2000
משך הבדיקה: 34 שעות לכל ציר	
GRMS: 3.69	

2.5 | זעזוע

Starlink Performance וספק הכוח המתקדם של Starlink עומדים בדרישות הנוגעות לפרופיל זעזועים שנגרמים באופן פנימי המורכב מ-3 פעימות חצי גל סינוסואידי של 50 כוח-g, עם משך פעימה של 11 מילי-שניות, בכל אחד מששת כיווני הציוד על תושבת הרכבה משופעת ותושבת הרכבה למשטח. בדיקה זו מאשרת את התקנה החומרה בכל כיוון, ומכסה את רוב סביבות השטח וסביבות ימיות.

בנוסף לבדיקות זעזועים בתנאי פעולה רגילים, Starlink Performance עומדת בפרופיל הזעזועים של MIL-STD-810H המורכב מפעימת זעזועים של 75 כוח-g עם משך פעימה של 6 מילי-שניות, בעת התקנה על תושבת הרכבה משופעת ותושבת הרכבה למשטח.

2.6 | חדירת מים ואבק

Starlink Performance עומדת בדירוג של IP68 כאשר המחבר מנותק ו-IP69K כאשר המחבר מחובר. בדיקת טבילה במים ללא מחברים מורכבים הושלמה בעומק של 1.1 מ' למשך יותר מ-30 דקות. בדיקת IPx9K נערכה באמצעות לחצי מים גדולים מ-8 מגה-פסקל (MPa) וטמפרטורות גבוהות מ-80°C. הבדיקה כוללת 30 שניות של ריסוס פעיל בכל זרובית, כאשר מיקומי הזרוביות מכוונים בכל 30 מעלות על פני כל צד של טרמינל המשתמשים. המרחק המרבי מטרמינל המשתמשים לסילון הלחץ הגבוה הוא 150 מ"מ.

ערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink עומדת בדירוג של IP68 כאשר כל המחברים מחוברים כראוי. בדיקת שבועה על-ידי החברה לטבילה במים לפי דירוג IPx8 בוצעה בעומק של 1.1 מ' למשך יותר מ-30 דקות. בוצעו בדיקות נוספות לפי דירוג IPx5 (סילון מים בלחץ נמוך), IPx6 (סילון מים בלחץ גבוה) ו-IPx7 (טבילה בעומק של פחות מ-1 מ') עם תוצאות שעומדות בקריטריונים.

2.7 | תרמי

טבלה 3: סיכום ביצועים לפי סביבה תרמית

טמפרטורה מינימלית	טמפרטורה מקסימלית	
(-40°F) -40°C	(140°F) 60°C	Starlink Performance
(-40°F) -40°C	(140°F) 60°C	ערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink

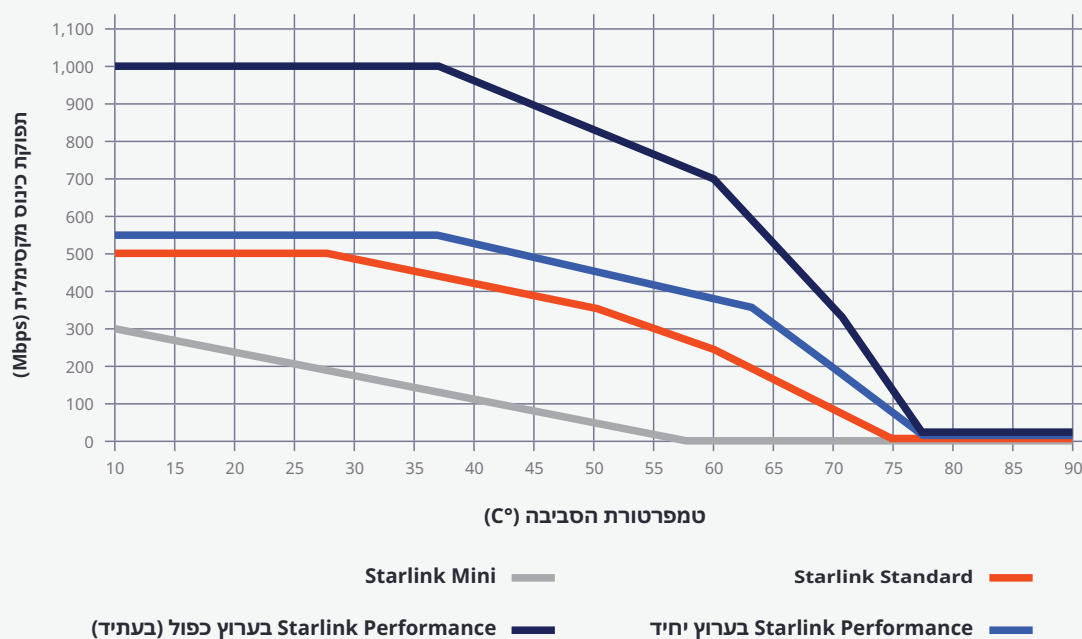
טמפרטורות אלה נודעו לייצג מקרים של התנאים הסביבתיים הקשים ביותר (ללא רוח ועם עומס מרבי של קרינה סולארית). בדיקות תפקוד בוצעו עד ל-80 מעלות צלזיוס.

2.7.1 | גבולות ביצועים תרמיים

"טמפרטורה מקסימלית" מציינת את טמפרטורת הסביבה המקסימלית שבה החומרה יכולה לפעול עם השפעה מינימלית על הביצועים. כאשר טמפרטורת הסביבה עולה על ערך זה, המוצר ימשיך לפעול אך יגביל את הפעולה שלו כדי להגן על עצמו, תוך הפחתת התפוקה המרבית המותרת עד שהוא נאלץ לבצע כיבוי בטמפרטורות גבוהות מ-75°C (167°F). רוח, עוצמת קרינה סולארית ומיקום ההרכבה יכולים להשפיע על משך הזמן ועל מידת ההגבלה. ניתן לעיין בתרשים שמופיע בהמשך לפרטים נוספים. חשוב לשים לב כי יכולת התפוקה בערוץ כפול המוצגת בהמשך באיור 2 תהיה שדרוג רשת עתידי שיהיה זמין עבור Starlink Performance.

כל המוצרים מתאימים לפעול בטמפרטורות נמוכות של עד 40°C (-40°F) ללא השפעה על הביצועים. צריכת החשמל בטמפרטורות נמוכות תגדל כאשר מצב המסת השלג מופעל.

איור 2: תפוקה לעומת טמפרטורת הסביבה עם עומס מלא של קרינה סולארית



2.7.2 | בדיקת חיי מדף בתנאים תרמיים מואצים

בנוסף לבדיקות פעילות רגילה בסביבות מציאותיות, Starlink Performance עברה בדיקות חיי מדף מואצות קפדניות כדי להעמיד את המוצר למבחן למשך חיים מינימלי של 10 שנים.

טבלה 4: סיכום בדיקת חיי מדף בתנאים תרמיים מואצים

בדיקה	פרופיל	משך זמן שווה ערך ל-10 שנים
מחזור תרמי	90°C עד -40°C (195°F עד -40°F)	1,040 מחזורים
מחזור הקפאה-הפשרה עם טפטוף מים	15°C עד -15°C (5°F עד 60°F)	560 מחזורים
השריה בלחות חמה	85% לחות יחסית (RH), 90°C (195°F)	125 שעות
השריה חמה	100°C (212°F)	220 שעות

2.8 | קורוזיה / סביבה ימית

Starlink Performance עומדת בדרישות של 3,000 שעות ASTM B117 ו-400 שעות ASTM G85 A3 ללא השפעה על מבנה המוצר או הביצועים. הבדיקה בוצעה עם מחברי איטום שהותקנו כראוי.

2.9 | רוח

ביצועי Starlink עמדו בדרישות של +270 קמ"ש (+170 מייל לשעה) בכל הכיוונים על תושבת הרכבה למשטח של Starlink ועל תושבת הרכבה משופעת של Starlink. תצורות תושבת ההרכבה על קיר ותושבת הרכבה על עמוד של Starlink עומדות בדרישות הנוגעות למהירות של 177 קמ"ש (110 מייל לשעה), שווה ערך להוריקן בקטגוריה 2.

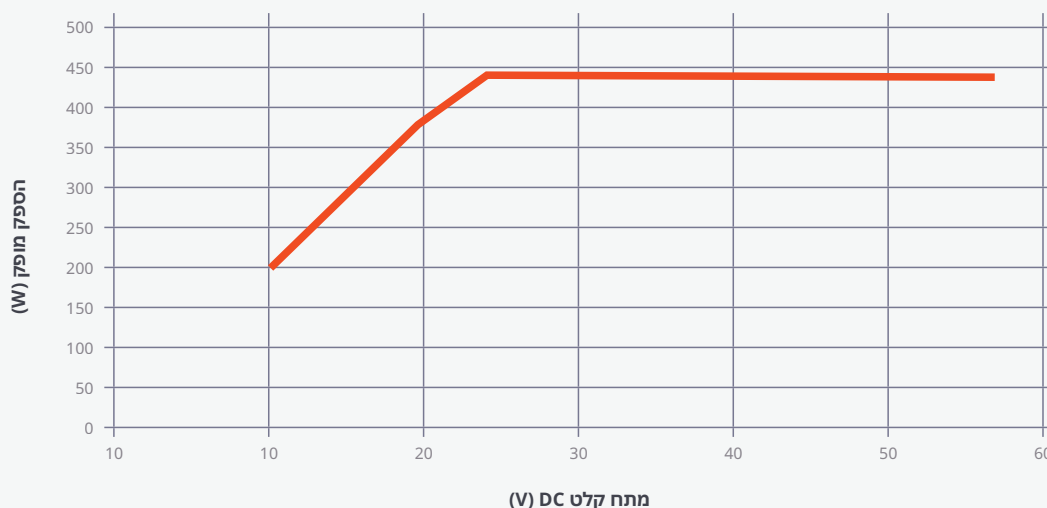
03. פרטי ערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink

3.1 | מתח ותדרי קלט

קלט ה-AC של ערכת אספקת החשמל המתקדמת (ספק הכוח) של Starlink עומד בדרישות הנוגעות למתחי קלט של בין 90V ל-264V, ומכסה מתחי רשת חד-פאזיים ברחבי העולם. בנוסף, ערכת אספקת החשמל עומדת בדרישות לתדרים מ-47 Hz עד 64 Hz המכסים רשתות קרקעיות של 50 Hz עד 60 Hz $\pm 5\%$.

קלט ה-DC של ערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink עומד בדרישות הנוגעות למתחי קלט של בין 10.5V ל-57V. עם זאת, מומלץ להפעיל את המערכת במתחי DC מעל 20V במידת האפשר. במתח קלט נמוך יותר, ההספק המופק יופחת כדי להגביל את הזרם הכולל מאספקת החשמל המתקדמת (ספק הכוח) לפחות מ-20 אמפר. במקרים אלה, טרמינלים של משתמשים הדורשים הספק גבוה (תפוקה גבוהה מאוד עם מצב המסת שלג פעיל) עשויים להיפגע עקב מגבלת ההספק.

איור 3: מתח קלט DC לעומת ההספק שמופק



3.2 | בדיקה לפי תקני IEC

טבלה 5: בדיקה לפי תקני IEC עבור אספקת החשמל המתקדמת (ספק הכוח) של Starlink

תוצאת הבדיקה	תקן IEC	
תוצאה עומדת בקריטריונים	IEC 61000-4-2	פריקה אלקטרוסטטית (ESD)
תוצאה עומדת בקריטריונים	IEC-61000-4-4	מעבר חשמלי מהיר
תוצאה עומדת בקריטריונים	IEC-61000-4-5	חסינות מפני נחשולי מתח

04. צריכת חשמל של Starlink Performance

צריכת החשמל תלויה מאוד בשימוש ב-Starlink ובטמפרטורת הסביבה. פרקי זמן שונים במצבי שליחה (TX) וקבלה (RX) יגדילו או יקטינו את צריכת החשמל. חשוב לשים לב שהנתונים האלה הם הערכות ממוצעות וישתנו בהתאם לשימוש, לקלטי חשמל שונים ולהבדלים בין יחידות.

טבלה 6: צריכת החשמל של Starlink Performance בסביבה של 25°C (77°F)

מזב	הספק ממוצע (W)	הספק שיא (W)	זרם ממוצע (A)	זרם שיא (A)
מקסימום	240	305	4.43	5.75
ממוצע	91.6	185.6	1.71	3.4
בהמתנה	11.4	14.5	0.21	0.27

הטבלה שלמעלה אינה כוללת את צריכת החשמל של הנתב. יציאת הנתב בערכת אספקת החשמל המתקדמת של Starlink מסוגלת לספק עד 40 W של אתרנט עם אספקת חשמל (POE) כדי להפעיל נתב במידת הצורך. סך צריכת החשמל כולל נתב מחובר יהיה תלוי בסוג הנתב. נתב Starlink ידרוש 8 W עד 12 W בנוסף לערכים שמופיעים למעלה.

05. מקורות

שם מסמך	מספר מסמך
Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing	ASTM-G85
Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus	ASTM-B117
Department of Defense Test Method Standard: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests	MIL-STD-810H
International Electrotechnical Commissions Test Standard for Electrostatic Discharge Immunity	IEC 61000-4-2
International Electrotechnical Commission's Immunity Standard for Electrical Fast Transient/Burst Transients	IEC 61000-4-4
International Electrotechnical Commissions Test Standard for Surge Immunity Testing	IEC 61000-4-5

Performance ערכת
מדריך עמידות



STARLINK