

נגה - ניהול מערכת החשמל	
גירסא: 5.2026	נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות

## נספח א': דרישות להדמיות

### בדיקות ואימות מתקן אגירה בעל ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות

מטרת המסמך הנוכחי הינה להנחות בעלי מתקן אגירה המחובר למערכת מתח עליון כיצד יש לבצע סימולציות לצורך אימות העמידה בדרישות למתקני אגירה המחוברים לרשת ההולכה.

#### כללי

- נספח זה הינו חלק ממסמך דרישות למתקני אגירה בסוללות המחוברים למערכת ההולכה.
- הדרישות שלהלן חלות על מתקני אגירה בסוללות (BESS) המחוברים למתח עליון ובעלי ממירי הספק מסוג מחולל רשת (GFM). הדרישות לממיר מסוג זה יהיו בהתאם למסמך הדרישות.
- בדיקות והדמיות לממירי GFM נדרשות להוכיח תפקוד מערכת. כל דרישה תפקודית צפויה להיות מקושרת למסמך הדרישות.
- בעל המתקן נדרש לספק מודלים מוכחים לכלים המצויים בשימוש מנהל המערכת
- הבדיקות יבוצעו באמצעות מודלים של היצרן בלבד שעברו הוכחת אימות. אין להסתמך על מודלים כלליים או הצהרות יצרן.
- יש לבצע את ההדמיות בתוכנות (בהתאם לסוג הבדיקה) PSCAD ו-PSSE גירסה 35 ומעלה, ולספק את המודלים עבור תוכנות אלה, ובמידה וקיימים אז גם עבור DIgSILENT PowerFactory ו-EMTP.

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
<b>גירסא: 5.2026</b>	<b>נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות</b>

## 1. תאור המתקן

בעל המתקן יספק תיאור מדויק ומסמכים טכניים שמציגים את המתקן כמו:

- סכימה חד קווית של המתקן כולל מ"ג ומ"ע (כולל נתוני עכבות)
- נתוני שנאים
- מודל הממירים
- נתוני הכבלים מ"ג ומ"ע
- תיאור מערכת הבקרה של ההספק האקטיבי והריאקטיבי שהנכם מתכוונים ליישם במתקן בדגש על:

א. תגובה של המערכת בהתייחס לנקודת החיבור ובהתייחס לכל ממיר.

ב. יישום מערכת בקרת מתח ותדר, כאשר הממירים בצד מ"נ/מ"ג לעומת נקודת החיבור שהינה במ"ע.

ג. ציון מהירות התגובה ויכולת התגובה של הממירים והמתקן, עם מסמכים טכניים התומכים בנושא

- נתוני המערכת עליהם התבססה הסימולציה כגון הספק הקצר מ"ע (יועבר ע"י מנהל המערכת)

## 2. תצוגת הדו"ח:

- תצוגת משך זמן ההדמיה/גרפים תותאם ביחס לסוג האירוע.

הערה: להצגת תופעות מעבר/תנודות/ריסון תנודות יש לצרף גרפים בהגדלה באיזור תופעת המעבר.

- ההצגה תכלול את המצבים לפני האירוע (עם סימון של ערך מספרי במצב יציב לפני האירוע), במהלך האירוע (עם סימון של ערך מספרי בזמן האירוע), ולאחר האירוע עד למצב יציב (עם סימון ערך מספרי במצב יציב לאחר האירוע).
- אם לא מצויין אחרת, יוצגו ערכים פאזיים וערכים RMS, בהתאם לסוג הסימולציה.
- הצגה גרפית ומספרית של תופעות המעבר, לפי ההקשר של ההדמיה ובדגש על הפרמטרים הבאים:

א. הספק אקטיבי וריאקטיבי בנקודת החיבור

ב. הספק אקטיבי וריאקטיבי שמייצרים הממירים

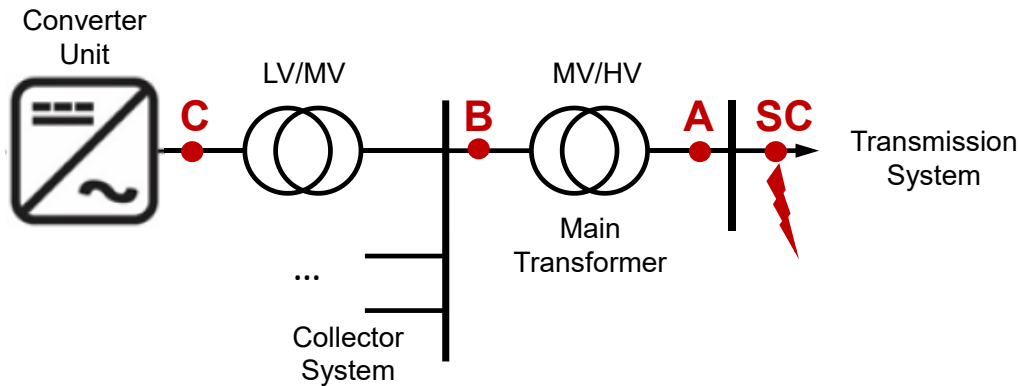
ג. מתח בנקודת החיבור

ד. זרם בנקודת החיבור

ה. מתח בשנאים מ"נ/מ"ג.

### 3. הדמיות בתנאי קצר

הדמיות בסעיף זה בוחנות את תגובת המתקן לקצרים בנקודת החיבור. "נקודת החיבור" מוגדרת כנקודת התחברות התחמי"ש של מתקן ייצור/אגירה למערכת ההולכה הארצית, בצד מתח עליון של התחמי"ש. יש לבחור את נקודת הקצר (SC) ואת נקודת המדידה (A) בהתאם לאיור א.1. נקודה A מאפשרת להציג את תרומת המתקן לקצר, ללא תרומת המערכת.



איור א.1. סכמת חיבור מתקן מבוסס ממירים מ"ע להדמיות קצר

#### 3.1 ההדמיות יתבצעו עבור תנאי ההתחלה הבאים

- המתח בנקודת החיבור הינו 1 p.u.
- משטרי עבודה של מתקן הייצור/האגירה:
  - א. המתקן מייצר בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 1 בנק' החיבור.
  - ב. המתקן מייצר בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 0.9, lagging בנק' החיבור.
  - ג. המתקן מייצר בהספק 50%, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 1 בנק' החיבור.
  - ד. המתקן מייצר בהספק 50%, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 0.9, lagging בנק' החיבור.
  - ה. המתקן טוען בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 1 בנק' החיבור.
  - ו. המתקן טוען בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע Power Factor = 0.9, lagging בנק' החיבור (המתקן מספק הספק ריאקטיבי לרשת).

#### 3.2 יבוצעו הקצרים הבאים לכל משטר עבודה

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
<b>גירסא: 5.2026</b>	<b>נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות</b>

א. קצר תלת-פאזי בנקודת SC.

ב. קצר דו פאזי בנקודת SC.

ג. קצר חד פאזי לאדמה בנקודת SC.

### 3.3 כל קצר יש לבצע בהתאם לזמנים הבאים

א. מזמן תחילת הסימולציה ועד  $t=500\text{ms}$  - מצב יציב.

ב. מזמן  $t=500\text{ms}$  ועד  $t=650\text{ms}$  יש לבצע את הקצר בהתאם.

ג. מזמן  $t=650\text{ms}$  ועד  $t=1500\text{ms}$  סילוק התקלה וזמן התייצבות.

טבלה א.1. ריכוז סימולציות הנדרשות בתנאי קצר

מס'	סוג הקצר	הספק הייצור/הטעינה	זמן ההדמיה [ms]	הצגת תוצאות
1	חד פאזי	100% (ייצור)	$t=0 \rightarrow t=500$ steady state	א. הספק אקטיבי וריאקטיבי בנקודה A
2	דו פאזי	50% (ייצור)	$t=500 \rightarrow t=650$ short circuit	ב. מתח בנקודה A
3	תלת פאזי	-100% (טעינה)	$t=650 \rightarrow t=1500$ steady state	ג. זרם בנקודה A ד. זרם ריאקטיבי בנקודה A ה. זרם ריאקטיבי בנקודה B ו. מתח בשנאים מ"ג (נקודה B) ומ"ג (נקודה C)
Power Factor = 1 & Power Factor = 0.9 lagging				

### 3.4 הצגת תוצאות הסימולציה

יש להציג גרפית ומספרית את תופעות המעבר בכל אחת מהסימולציות. יש להציג את הפרמטרים הבאים:

1. הספק אקטיבי וריאקטיבי בנקודת החיבור (נקודה A)

2. מתח בנקודת החיבור (נקודה A)

3. זרם בנקודת החיבור (נקודה A)

4. זרם ריאקטיבי בנקודת החיבור (נקודה A)

5. התרומה הכוללת של הזרם הריאקטיבי במתח גבוה מכל הממירים (נקודה B)

6. מתח בשנאים מ"ג (נקודה B) ומ"ג (נקודה C)

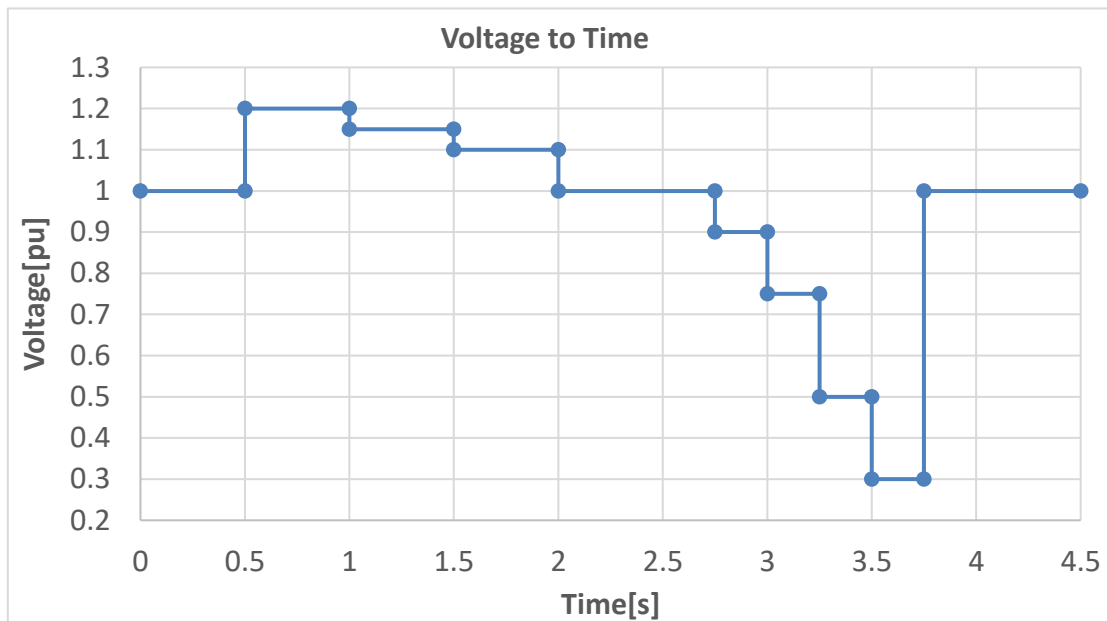
בקצרים אסימטריים (קצר דו פאזי וקצר חד פאזי) נדרש להציג גרפים עבור כל פאזה. בקצר סימטרי (תלת פאזי) נדרש להציג ערכי RMS. בדו"ח, בתחילת הפרק בנושא בדיקת הקצרים, יש להציג טבלה א.2 המסכמת את תוצאות הסימולציות (ערכי RMS).

**טבלה א.2 . סיכום תוצאות הדמיות קצרים**

Simulation test Grid Fault	HV Substation Transformer Side (point A)				MV Substation Transformer Side
	Pmax (MW)	Qmax (MVar)	Vmax (pu)	I <sub>q</sub> max (kA)	I <sub>q</sub> max (kA)
3-phase short circuit (100%Pmax)					
3-phase short circuit (50%Pmax)					
3-phase short circuit (-100%Pmax)					
2-phase short circuit (100%Pmax)					
2-phase short circuit (50%Pmax)					
2-phase short circuit (-100%Pmax)					
1-phase short circuit to ground (100%Pmax)					
1-phase short circuit to ground (50%Pmax)					
1-phase short circuit to ground (-100%Pmax)					

#### 4. סימולציות שינוי מתח

סימולציות בפרק זה בוחנות את תגובה המתקן לשינויי מתח בנקודת החיבור שיבוצעו בהתאם לשלבים הבאים ולפי פרופיל המתח בנקודת החיבור המובא באיור א.2. "נקודת החיבור" מוגדרת כנקודת התחברות התחמ"ש של מתקן הייצור למערכת ההולכה הארצית, בצד מתח עליון של התחמ"ש.



איור א.2. שינוי מתח בנקודת החיבור לצורך סימולציות

#### 4.1 תנאי התחלה

את פרופיל המתח יש לבצע בתנאי ההתחלה הבאים:

- א. המתקן מייצר בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע  $\text{Power Factor} = 1$  בנק' החיבור
- ב. המתקן מייצר בהספק מלא, משטר הבקרה: הספק ריאקטיבי כפונקציה של המתח, עם הספק ריאקטיבי התחלתי של 0 p.u בנקודת החיבור
- ג. המתקן מייצר בהספק 50%, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע  $\text{Power Factor} = 1$  בנק' החיבור
- ד. המתקן מייצר בהספק 50%, משטר הבקרה: הספק ריאקטיבי כפונקציה של המתח, עם הספק ריאקטיבי התחלתי של 0 p.u בנקודת החיבור
- ה. המתקן טוען בהספק מלא, משטר הבקרה: מקדם הספק קבוע  $\text{Power Factor} = 1$  בנק' החיבור
- ו. המתקן טוען בהספק מלא, משטר הבקרה: הספק ריאקטיבי כפונקציה של המתח, עם הספק ריאקטיבי התחלתי של 0 p.u בנקודת החיבור

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
<b>גירסא: 5.2026</b>	<b>נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות</b>

#### 4.2 תנאי הרצת הסימולציה

נדרש לבצע את הסימולציות בהתאם לטבלה א.3.

טבלה א.3. ריכוז סימולציות הנדרשות בבדיקת שינויי מתח

מס'	סוג התקלה	הספק הייצור	מצב הבקרה	הצגת התוצאות
1	ירידה ועליה של המתח	100%	מקדם הספק קבוע	א. הספק אקטיבי וריאקטיבי בנקודת החיבור ב. מתח בנקודת החיבור ג. זרם בנקודת החיבור ד. זרם ריאקטיבי בנקודת החיבור ה. מתח בשנאים מ"ג ומ"נ ו. התרומה הכוללת של זרם ריאקטיבי במ"ג מכל הממירים
		50%		
		-100%		
2	ירידת ועלית מתחים	100%	הספק ריאקטיבי כפונקציה של המתח	
		50%		
		-100%		

#### 4.3 הצגת תוצאות הסימולציה

יש להציג גרפית ומספרית את תופעות המעבר בכל אחת מהסימולציות. יש להציג את הפרמטרים הבאים:

1. הספק אקטיבי וריאקטיבי בנקודת החיבור
2. מתח בנקודת החיבור
3. זרם בנקודת החיבור
4. זרם ריאקטיבי בנקודת החיבור
5. מתח בשנאים בצד מ"ג ומ"נ
6. התרומה הכוללת של זרם ריאקטיבי במתח גבוה מכל הממירים

נדרש להציג ערכי RMS.

## 5. בדיקת תגובה לסטיית תדר ( $\Delta P_{PFR}$ )

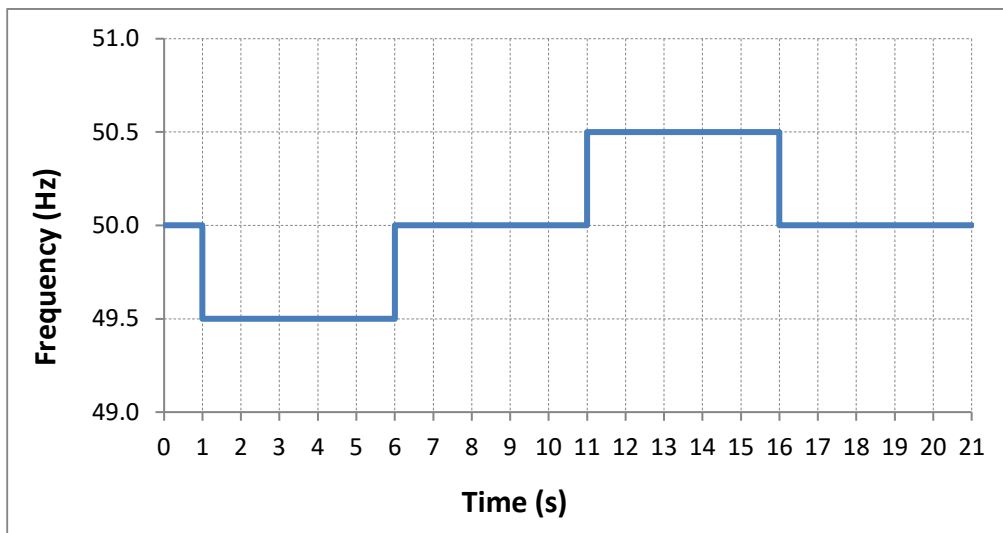
בדיקה זו מאמתת את הדרישה בסעיף 3.1.1 במסמך הדרישות הטכניות ובודקת את תגובת ההספק הפעיל ביחס לסטיית התדר המערכתית ( $\Delta f$ ).

### 5.1 תנאי התחלה:

- יש לבצע את הבדיקה ב- 3 מצבים של מתקן האגירה:
  - ייצור ( $P_{pre}=0.5 \text{ p.u.}$ ),
  - STANDBY ( $P_{pre}=0 \text{ p.u.}$ ),
  - טעינה ( $P_{pre}=-0.5 \text{ p.u.}$ ).
- תגובת אינרציה ( $\Delta P_{ROCOF}$ ) שבסעיף 3.1.2 מושבתת (disabled).
- יש להניח שמצב הטעינה של המתקן (SOC) מאפשר תגובה מלאה.
- בקרת תדר ראשונית ( $\Delta P_{PFR}$ ) מופעלת במצב:
  - א. LFSM עם כיוונון ברירת מחדל שמתואר בסעיף 3.1.1 (ד).
  - ב. FSM עם כיוונון ברירת מחדל שמתואר בסעיף 3.1.1 (ה).

### 5.2 תנאי הרצת הסימולציה:

- לוודא מצב יציב במשך שניה אחת.
  - ברגע  $t=1s$  ירידת תדר בצורת מדרגה ב-1% (מ-50 Hz ל-49.5 Hz).
  - 5 שניות לאחר מכן, עליית תדר בצורת מדרגה ב-1% (מ-49.5 Hz ל-50 Hz).
  - 5 שניות לאחר מכן, עליית תדר בצורת מדרגה ב-1% (מ-50 Hz ל-50.5 Hz).
  - 5 שניות לאחר מכן, ירידת תדר בצורת מדרגה ב-1% (מ-50.5 Hz ל-50 Hz).
- שינוי התדר המתואר מופיע באיור א.3.



איור א.3: פרופיל תדר לבדיקת  $\Delta P_{PFR}$

### 5.3 הצג את הגרפים הבאים בנקודת החיבור למ"ע:

- הספק פעיל
- הספק ריאקטיבי
- מתח

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
גירסא: 5.2026	נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות

עבר/נכשל	<b>קריטריונים להצלחה</b>
	ערך השינוי בהספק הפעיל הינו בהתאם לחישוב בסעיף 3.1.1 עם דיוק של $\pm 10\%$ מהערך הנדרש $\Delta P_{PFR}$
	הערך הנדרש $\Delta P_{PFR}$ מתקבל תוך שנייה מרגע השינוי בתדר כל התנודות צריכות להתרסן

## 6. בדיקת תגובת אינרציה ( $\Delta P_{ROCOF}$ )

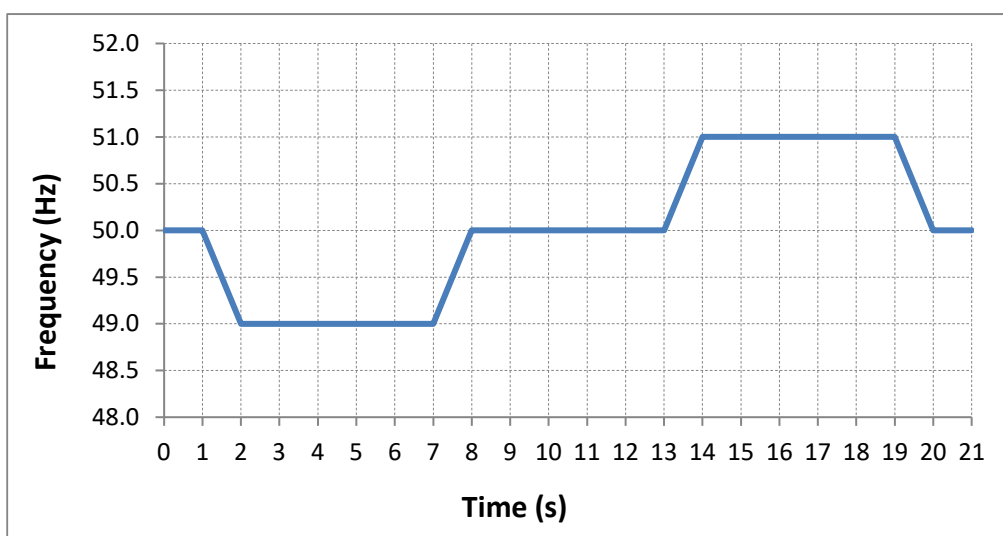
בדיקה זו מאמתת את הדרישה בסעיף 3.1.2 במסמך הדרישות הטכניות ובודקת את תגובת ההספק הפעיל ביחס לנגזרת של התדר המערכת (ROCOF-Rate Of Change Of Frequency).

### 6.1 תנאי התחלה

- יש לבצע את הבדיקה ב- 3 מצבים של מתקן האגירה:
  - ייצור ( $P_{pre}=0.5 \text{ p.u.}$ ),
  - STANDBY ( $P_{pre}=0 \text{ p.u.}$ ),
  - טעינה ( $P_{pre}=-0.5 \text{ p.u.}$ ).
- בקרה ראשונית (PFR) שבסעיף 3.1.1 מושבתת (disabled).
- בקרת ROCOF מופעלת עם כיוון ברירת מחדל שמתואר בסעיף 3.1.2.
- יש להניח שמצב הטעינה של המתקן (SOC) מאפשר תגובה מלאה.

### 6.2 תנאי הרצת הסימולציה:

- לוודא מצב יציב במשך שניה אחת.
  - ברגע  $t=1\text{s}$  ירידת תדר עם שיפוע  $-1 \text{ Hz/s}$  במשך שנייה (מ-50 Hz ל-49 Hz תוך שנייה).
  - 5 שניות לאחר מכן, עליית תדר עם שיפוע  $1 \text{ Hz/s}$  במשך שנייה (מ-49 Hz ל-50 Hz).
  - 5 שניות לאחר מכן, עליית תדר עם שיפוע  $1 \text{ Hz/s}$  במשך שנייה (מ-50 Hz ל-51 Hz).
  - 5 שניות לאחר מכן, ירידת תדר עם שיפוע  $-1 \text{ Hz/s}$  במשך שנייה (מ-51 Hz ל-50 Hz).
- שינוי התדר המתואר מופיע באיור 4.א.



איור 4.א: פרופיל תדר לבדיקת תגובת אינרציה

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
גירסא: 5.2026	נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות

### 6.3. הצג את הגרפים הבאים בנקודת החיבור למ"ע:

- הספק פעיל
- הספק ריאקטיבי
- מתח

עבר/נכשל	<u>קריטריונים להצלחה</u>
	ערך השינוי בהספק הפעיל הינו בהתאם לחישוב בסעיף 3.1.2 עם דיוק $\pm 10\%$ מהערך הנדרש $\Delta P_{ROCOF}$
	הערך הנדרש $\Delta P_{ROCOF}$ מתקבל תוך 300 מילישניות מרגע השינוי בתדר כל התנודות צריכות להתרסן

### 7. בדיקת עמידות בטווח תדרים ו-ROCOF גבוה:

בדיקה זו מאמתת את הדרישות לעמידות בטווח תדרים וב-ROCOF גבוה, לפי סעיף 2.2 במסמך הדרישות הטכניות בשילוב של תגובת ההספק הפעיל לשינויי תדר ( $\Delta P_{PFR} +$ )  $\Delta P_{ROCOF}$ .

#### 7.1. תנאי התחלה:

- יש לבצע את הבדיקה ב-3 מצבי של מתקן אגירה:
  - ייצור ( $P_{pre}=0.5$  p.u.),
  - STANDBY ( $P_{pre}=0$  p.u.),
  - טעינה ( $P_{pre}=-0.5$  p.u.).

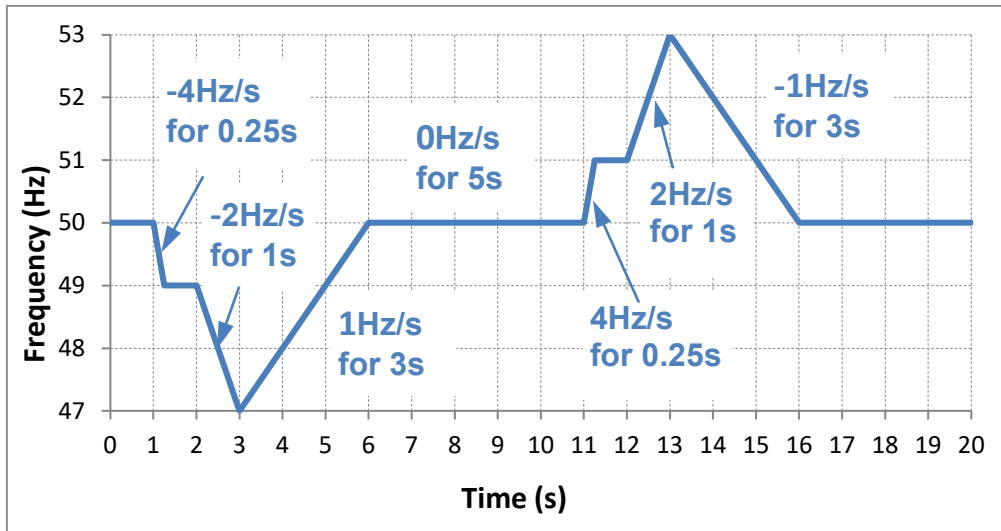
- בקרת תדר ראשונית ( $\Delta P_{PFR}$ ) מופעלת במצב LFSM עם כיוון ברירת מחדל שמתואר בסעיף 3.1.1 (ד).
- בקרת תגובת אינרציה ( $\Delta P_{ROCOF}$ ) מופעלת עם כיוון ברירת מחדל שמתואר בסעיף 3.1.2.
- יש להניח שמצב הטעינה של המתקן (SOC) מאפשר תגובה מלאה.

#### 7.2. תנאי הרצת הסימולציה:

- לוודא מצב יציב במשך שניה אחת.
- ברגע  $t=1s$  ירידת תדר עם שיפוע  $4$  Hz/s - במשך רבע שנייה (מ-50 Hz ל-49 Hz תוך  $0.25s$ ).
- אין שינוי תדר בין  $t=1.25s$  ל- $t=2s$  (49 Hz).
- ברגע  $t=2s$  ירידת תדר נוספת עם שיפוע  $2$  Hz/s - במשך שנייה (מ-49 Hz ל-47 Hz תוך  $1s$ ).
- ברגע  $t=3s$  עליית תדר עם שיפוע  $1$  Hz/s במשך 3 שניות (מ-47 Hz ל-50 Hz תוך  $3s$ ).
- אין שינוי תדר בין  $t=6s$  ל- $t=11s$  (50 Hz).
- ברגע  $t=11s$  עליית תדר עם שיפוע  $4$  Hz/s במשך רבע שנייה (מ-50 Hz ל-51 Hz תוך  $0.25s$ ).

- אין שינוי תדר בין  $t=11.25s$  ל-  $t=12s$  (51 Hz).
- ברגע  $t=12s$  עליית תדר נוספת עם שיפוע  $2\text{ Hz/s}$  במשך שנייה (מ-51 Hz ל-53 Hz תוך 1s).
- ברגע  $t=13s$  ירידת תדר עם שיפוע  $-1\text{ Hz/s}$  במשך 3 שניות (מ-53 Hz ל-50 Hz תוך 3s).

שינוי התדר המתואר מופיע באיור א.5.



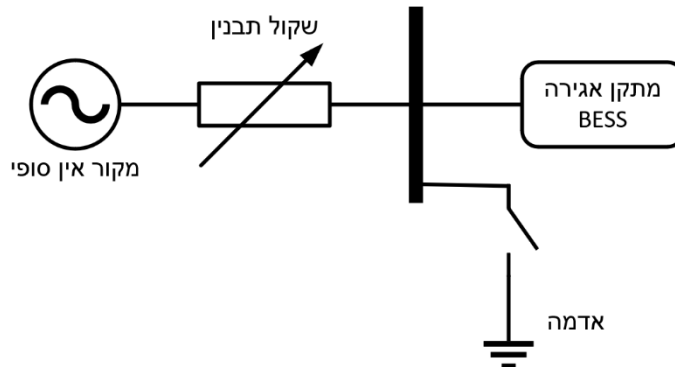
איור א.5: פרופיל תדר לבדיקת עמידות בטווח תדרים ו-ROCOF גבוה.

**7.3. הצג את הגרפים הבאים בנקודת החיבור למ"ע:**

- הספק פעיל
- הספק ריאקטיבי
- מתח

עבר/נכשל	<u>קריטריונים להצלחה</u>
	המתקן נשאר מחובר למערכת במשך כל התקופה ולא התנתק
	התגובות לסטיית התדר מתקיימות כנדרש
	התגובות ל-ROCOF מתקיימות כנדרש
	כל התנודות צריכות להתרסן

8. מודל בדיקה עבור מתקני GFM



איור א.6. מודל בדיקה למתקן אגירה GFM

מודל זה ישמש לבדיקות הבאות: בדיקת תגובה לשינוי זווית מתח, תגובה דינאמית להפרעת מתח, בדיקת חוזק הרשת.

9. בדיקת תגובה לשינוי זווית מתח

בדיקה זו מאמתת את הדרישה בסעיף 3.1.3 במסמך הדרישות הטכניות ובודקת את תגובת המתקן לשינוי זווית המתח. בהתאם למודל הבדיקה המובא באיור א.6 יש לבצע את הסימולציה כאשר קפיצות הזווית הן בהתאם לדרישה ולהציג את ההספק האקטיבי.

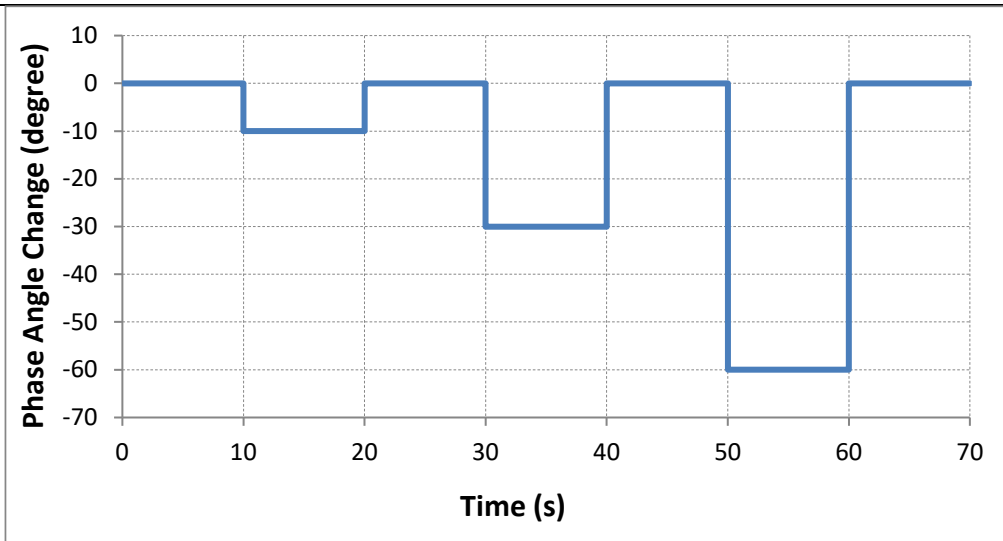
9.1 תנאי התחלה:

- רמת זרמי הקצר בנקודת החיבור מכוון ל-3 ויחס ההיגב להתנגדות 6.
- ההספק ההתחלתי של הגנרטור הוא 50% מההספק הנומינאלי.

9.2 תנאי הרצת הסימולציה:

- זווית מקור המתח אחרי שקול תבנין קטנה באופן מיידי ב-10 מעלות.
- לאחר 10 שניות זווית מתח המקור גדלה ב-10 מעלות.
- לאחר 10 שניות זווית מתח המקור אחרי שקול תבנין קטנה באופן מיידי ב-30 מעלות.
- לאחר 10 שניות זווית מתח המקור גדלה ב-30 מעלות.
- לאחר 10 שניות זווית מתח המקור אחרי שקול תבנין קטנה באופן מיידי ב-60 מעלות.
- לאחר 10 שניות זווית מתח המקור גדולה ב-60 מעלות.

השינוי המתואר מוצג באיור א.7.



איור א.7. פרופיל שינוי זווית המתח

**9.3. הצג את הגרפים הבאים:**

- הספק אקטיבי
- הספק ריאקטיבי
- המתח בנקודת החיבור למ"ע

עבר/נכשל	<u>קריטריונים להצלחה</u>
	שינוי ההספק האקטיבי של מתקן האגירה צריך להיות מיידי בכדי להתנגד לשינוי הזווית עבור כל קפיצה של זווית המתח, עם שינוי הספק אקטיבי של לפחות 0.2 p.u. מההספק הנומינאלי.
	עבור כל שינוי זווית, זמן התגובה ל-90% מהשינוי הראשוני צריך להיות בתוך 15ms.
	ההספק האקטיבי מתייצב לערך שלפני ההפרעה לאחר שינוי הפאזה בתוך 5 שניות.
	כל התנודות צריכות להתרסן.
	כל עיוות בפאזה צריך לדעוך במשך הזמן.

**10. תגובה דינאמית להפרעת מתח:**

בדיקה זו מאמתת את הדרישה בסעיף 3.2.1 במסמך הדרישות הטכניות ובודקת את התגובה הדינאמית של המתקן להפרעת מתח.

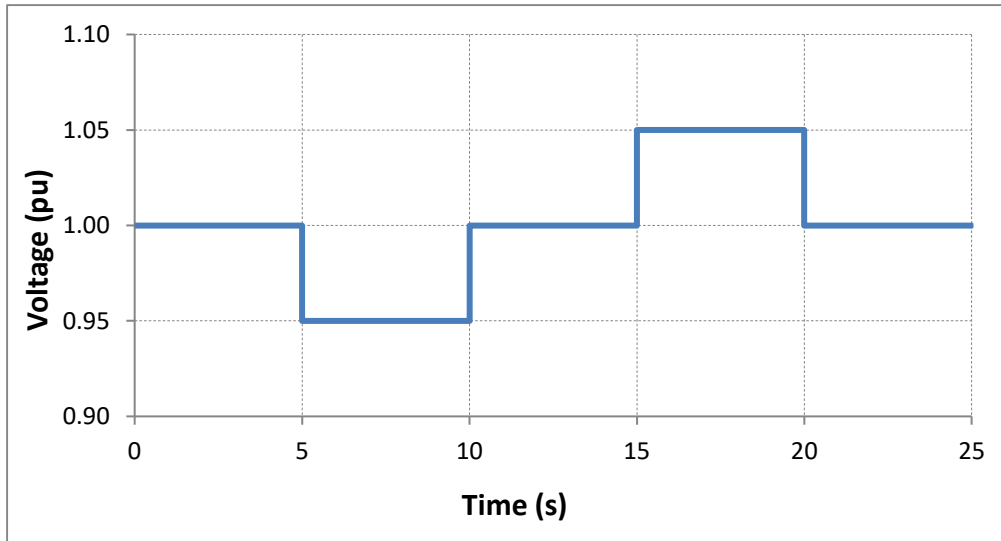
יש לבצע סימולציה זו בהתאם למודל הבדיקה המובא באיור א.6.

**10.1. תנאי התחלה:**

- אימפדנס תבנין של המקור שווה לאפס.
- ההספק האקטיבי ההתחלתי של מערכת האגירה הוא 100% מההספק הנומינאלי, ההספק הריאקטיבי צריך להיות קרוב לאפס.

**10.2. תנאי הרצת הסימולציה:**

- אמפליטודת מקור המתח שמאחורי עכבת הרשת יורדת באופן מידי ב-5% (כלומר, מ-1.0 p.u ל-0.95 p.u).
  - 5 שניות לאחר מכן, אמפליטודת מקור המתח גדלה ב-5% חזרה ל-1.0 p.u.
  - 5 שניות לאחר מכן, אמפליטודת מקור המתח גדלה ב-5% לערך של 1.05 p.u.
  - 5 שניות לאחר מכן, אמפליטודת מקור המתח יורדת ב-5% חזרה ל-1.0 p.u.
- השינוי המתואר מופיע באיור א.8.



איור א.8. פרופיל שינוי אמפליטודת המתח

**10.3. הצג את הגרפים הבאים:**

- פרופיל המתח המסופק ע"י המקור
- מתח RMS בנקודת החיבור למ"ע
- הספק אקטיבי וריאקטיבי של מתקן האגירה, יש להציג ברזולוציה מתאימה כדי לבחון את כל הקריטריונים.

עבר/נכשל	<b>קריטריונים להצלחה</b>
	ההספק הריאקטיבי המידי של מערכת האגירה צריך להגיב במהירות כדי להתנגד לשינוי המתח עבור כל אחד משינויי צעד המתח של 5%. עם שינוי התחלתי בהספק הריאקטיבי של לפחות 0.03 p.u על בסיס ההספק הנומינאלי (לדוגמה, מתקן עם הספק נומינאלי של 100MVA עם ייצור התחלתי של 0MVA <sub>r</sub> צריך להגדיל באופן מידי את ייצור ההספק הריאקטיבי מ-0MVA <sub>r</sub> לערך מינימלי של לפחות 3MVA <sub>r</sub> כאשר גודל מתח המקור יורד ב-5%). נדרש שההספק הריאקטיבי יישאר ברמה של למעלה מ- 0.03pu במשך 6 מחזורים לפחות.
	תוך מחזור אחד ההספק הריאקטיבי צריך להגיע ל-90% מהשינוי ההתחלתי של 0.03 pu.
	כל התנודות צריכות להתרסן.
	לאחר כל שינוי ההספק הריאקטיבי הסופי צפוי להגיע ליכולת הריאקטיבית המקסימלית של המיתקן בניסיון לווסת את המתח לערך המקורי של 1.0 p.u.

**11. בדיקת חוזק רשת, עבודה ברמת זרמי קצר ירודים:**

בדיקה זו מאמתת את הדרישה בסעיף 3.2.4 במסמך הדרישות הטכניות ובודקת את יציבות המתקן. בהתאם למודל הבדיקה המובא באיור א.6. יש לבצע את הסימולציה כאשר רמת זרמי הקצר ירודה (רשת חלשה) בזמן תקלה של קצר דו פאזי.

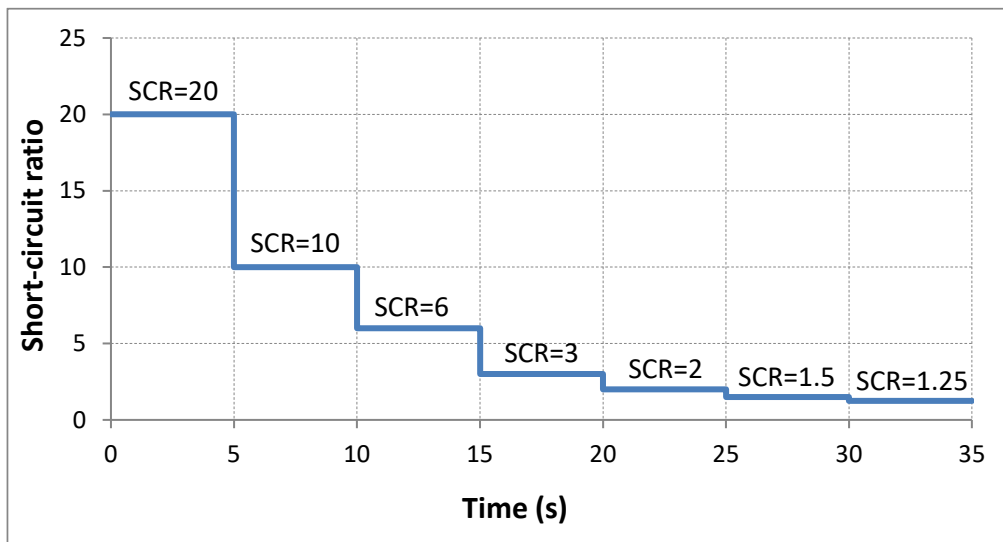
**11.1. תנאי התחלה:**

- יחס הספק הקצר בנקודת החיבור מכוונת ל-  $SCR=20$  ויחס ההיגב להתנגדות  $X/R=6$ .
- ההספק ההתחלתי של המתקן הוא 100% מההספק הנומינאלי.

**11.2. תנאי הרצת הסימולציה:**

- יחס הספק הקצר (SCR) בנקודת החיבור יורדת לרמות הבאות: 1.25, 1.5, 2, 3, 6, 10.
- קצר דו פאזי לאדמה שנמשך שישה מחזורים וגורם לשקיעת מתח של 0.5pu ומסולק ביחד עם השינוי של SCR.
- הזמן בין קצרים הוא 5 שניות.

השינוי המתואר מופיע באיור א.9:



איור א.9. פרופיל שינוי SCR

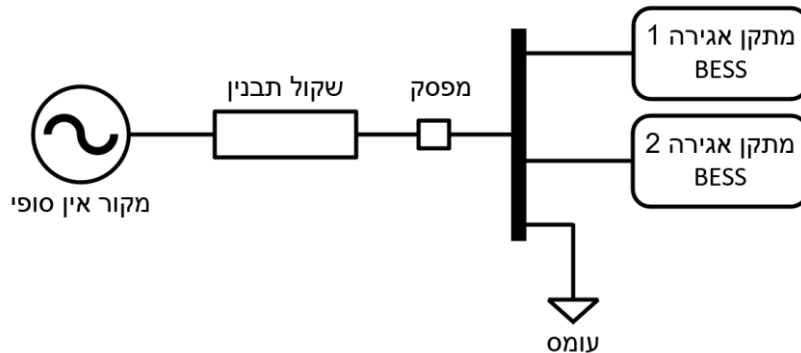
**11.3. הצג את הגרפים הבאים:**

- הספק אקטיבי
- הספק ריאקטיבי
- מתח

עבר/נכשל	<b>קריטריונים להצלחה</b>
	ההספק האקטיבי והריאקטיבי של מתקן האגירה צריכים להתייצב לאחר תופעת המעבר, ומתקן האגירה אינו מתנתק או מפחית הספק (חוץ מבזמן התקלה) לכל אורך ההדמיה עד ליחס הספק קצר של 1.25.
	כל התנודות צריכות להתרסן.

## 12. איבוד מכונה סינכרונית אחרונה

בדיקה זו מאמתת את היכולת לתפקד כמחולל רשת ובודקת את תגובת המתקן לניתוק מכונה סינכרונית האחרונה. יש לבצע את ההדמיה בהתאם למודל הבדיקה המובא באיור א.10.



איור א.10. מודל בדיקה למתקן אגירה GFM

מתקן אגירה 1 הוא בהתאם להספק הנומינאלי של מתקן האגירה הנבחר. ההספק הנומינאלי של מתקן אגירה 2 הוא חצי ממתקן אגירה 1 (מתקן אגירה 2 מדמה תרומה ממתקני אגירה נוספים או העתידים להיבנות באותו אזור).

ההספק הנומינאלי של העומס הוא זהה להספק הנומינאלי של מתקן אגירה 1.

### הדמיה א - תנאי התחלה (פריקה):

- מתקן אגירה 1 מייצר 30% מההספק המקסימאלי שלו.
- מתקן אגירה 2 מייצר 10% מההספק המקסימאלי שלו.
- העומס הוא 130% מההספק הנומינאלי של מתקן אגירה 1, וגורם ההספק של העומס 0.95.

- הרשת מספקת 100% מההספק הריאקטיבי של העומס.

### הדמיה ב - תנאי התחלה (טעינה):

- מתקן אגירה 1 צורך 60% ממגבלת ההספק המקסימאלי.
- מתקן אגירה 2 צורך 40% ממגבלת ההספק המקסימאלי.
- העומס הוא 70% ממגבלת ההספק האקטיבי של מתקן האגירה וגורם הספק של העומס 0.95.

- הרשת מספקת 100% מההספק הריאקטיבי של העומס.

### תנאי הרצת הסימולציות:

- הרץ את הסימולציה עד להתייצבות על גורם ההספק הנדרש ללא תנודות.
- הפסק את הגנרטור הסינכרוני על ידי פתיחת המפסק (ללא תקלה/קצר).

<b>נגה - ניהול מערכת החשמל</b>	
<b>גירסא: 5.2026</b>	<b>נספח דרישות לאימות ממירים מחוללי רשת באמצעות הדמיות</b>

עבור כל אחת מההדמיות הצג את הגרפים הבאים :

- הספק אקטיבי בכל אחד ממתקני האגירה ובעומס
- הספק ריאקטיבי בכל אחד ממתקני האגירה ובעומס
- תדר
- מתח בנקודת החיבור של מתקני האגירה למ"ע

**קריטריונים להצלחה:**

<b>עבר/נכשל</b>	<b><u>לפני שינוי</u></b>
	הספק אקטיבי של מתקני האגירה תואם לדרישה
	ההספק האקטיבי של הגנרטור הסינכרוני תואם להספק הנצרך מפס הצבירה
	תדר 50 הרץ
	מתח בפס הצבירה 1pu בטווח של 5% מהמתח הנומינאלי
	אין תנודת בערכי ה-RMS
	ההספק הריאקטיבי בכל הרכיבים צריך להיות בטווח הנדרש
<b>עבר/נכשל</b>	<b><u>אחרי השינוי</u></b>
	מיד לאחר ההפסקה, מוצא מערכת האגירה צריך להתייצב. תדר ומתח המערכת צריכים להתייצב תוך 5 שניות.
	הערך הסופי של המתח ייציב בתחום התפעולי הקביל
	התדר מתייצב לנקודת עבודה יציבה בתחום התפעולי הקביל
	התנודות צריכות להתרסן
	עיוותים הרמוניים צריכים לדעוך במשך הזמן
	ההספק האקטיבי מכל מתקן אגירה צריך להשתנות באופן מיידי בכדי לספק את דרישות העומס
	ההספק הריאקטיבי מכל מתקן אגירה צריך להשתנות באופן מיידי ולהתייצב