

Χρήσιμες Πληροφορίες για την Προστασία Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων που Εξυπηρετούν Οικιακούς Καταναλωτές Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το ενημερωτικό αυτό έντυπο έχει ετοιμαστεί από το εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σ.Η.Ε) του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κύπρου. Έχει εκπονηθεί με βάση ερευνητικό έργο, πληροφορίες και φωτογραφικό υλικό από τις πιο κάτω βιβλιογραφικές αναφορές:

1. CLC/TS 61643-12:2009 Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles.
2. CLC/TS 50539-12:2010 Low-voltage surge protective devices. Surge protective devices for specific application including d.c. Selection and application principles - SPDs connected to photovoltaic installations.
3. IEC 62305-2, Protection against lightning –Part 2: Risk management, Edition 2.0, 2010-12.
4. IEC 62305-3, Protection against lightning –Part 3: Physical Damage to Structure and Life Hazard 2.0, 2010-12.
5. C. A. Charalambous, et al, “External Lightning Protection and Grounding in Large Scale Photovoltaic Applications”, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Digital Object Identifier: 10.1109/TEMPC.2013.2280027, August 2013.

Επικοινωνία

Χαράλαμπος Α. Χαραλάμπους
Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα ΗΜΜΥ, Πανεπιστήμιο Κύπρου
cchara@ucy.ac.cy

I - Κατηγορίες Προστασίας Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων κατά CLC/TS 50539-12:2010

Κατηγορία Α: Προστασία Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων στα οποία έχει εγκατασταθεί εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ)

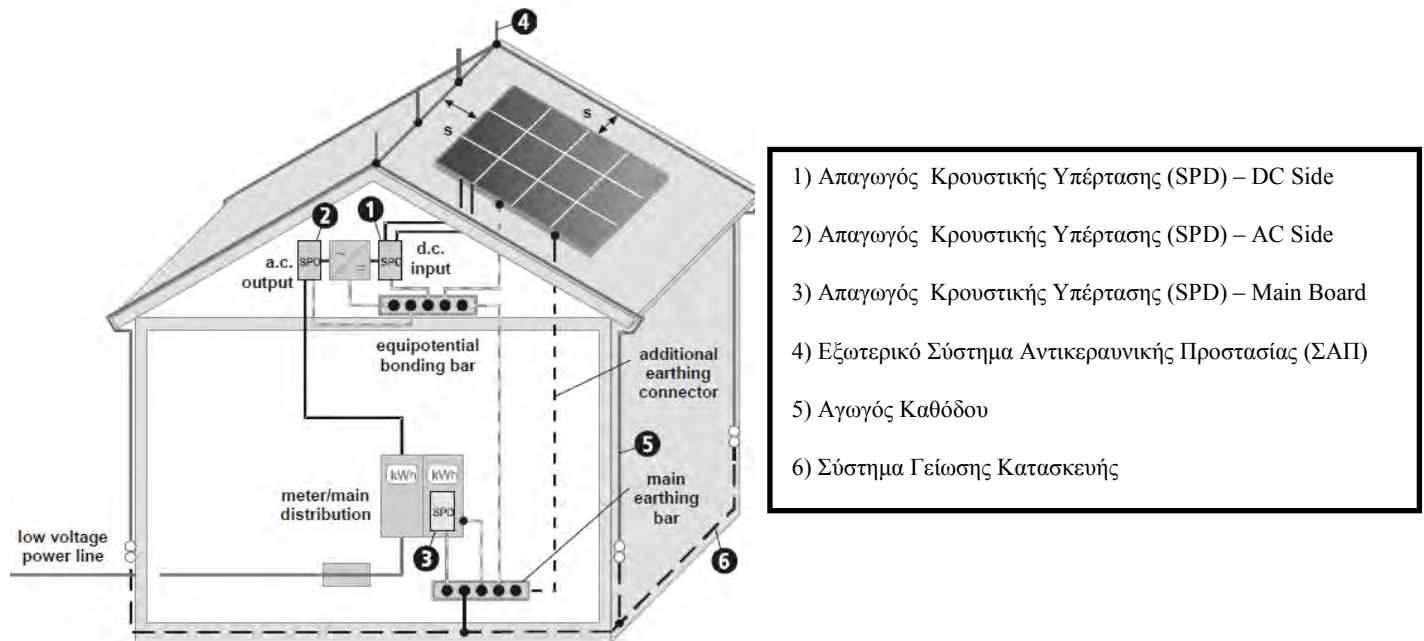


Photo taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 7

Πιθανοί κίνδυνοι που χρήζουν αντιμετώπισης

- Υπερτάσεις από το δίκτυο ΑΗΚ (π.χ. σφάλματα κτλ)
- Υπερτάσεις από άμεσα κεραυνικά πλήγματα
- Επαγόμενες Υπερτάσεις από «γειτονικά» κεραυνικά πλήγματα σε κοντινή απόσταση

Κατηγορία A₁: Προστασία Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων στα οποία έχει εγκατασταθεί εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) . Η κατηγορία A₁ αφορά στην περίπτωση που τηρείται η απόσταση ασφαλείας(s) μεταξύ των μεταλλικών μερών του ΦΒ συστήματος και των αγωγών του Σ.Α.Π σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305-3:2010.

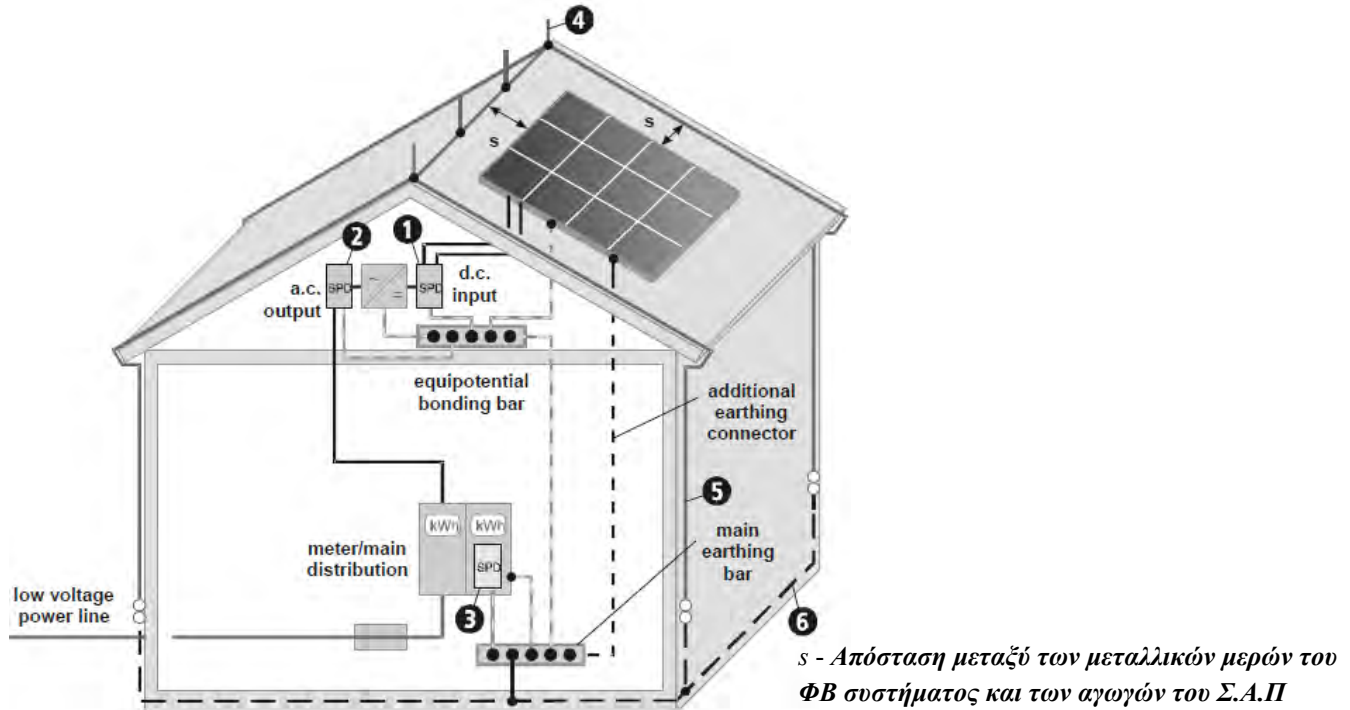


Photo taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 7

Σημείωση:

Στην περίπτωση που τηρείται η απόσταση ασφαλείας (s) η οποία καθορίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 62305-3:2010 τότε ΔΕΝ χρειάζεται (επιπλέον) σύνδεση των μεταλλικών μερών του ΦΒ συστήματος με τους αγωγούς του Σ.Α.Π.

Κατηγορία A₂: Προστασία Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων στα οποία έχει εγκατασταθεί εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) . Η κατηγορία A₂ αφορά στην περίπτωση που ΔΕΝ τηρείται η απόσταση ασφαλείας(s) μεταξύ των μεταλλικών μερών του ΦΒ συστήματος και των αγωγών του Σ.Α.Π σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305-3:2010.

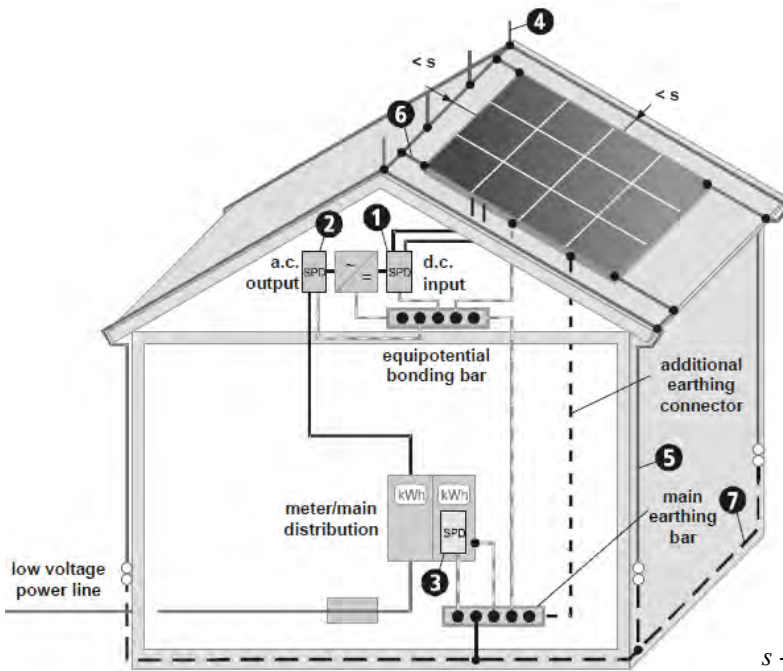


Photo taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 8

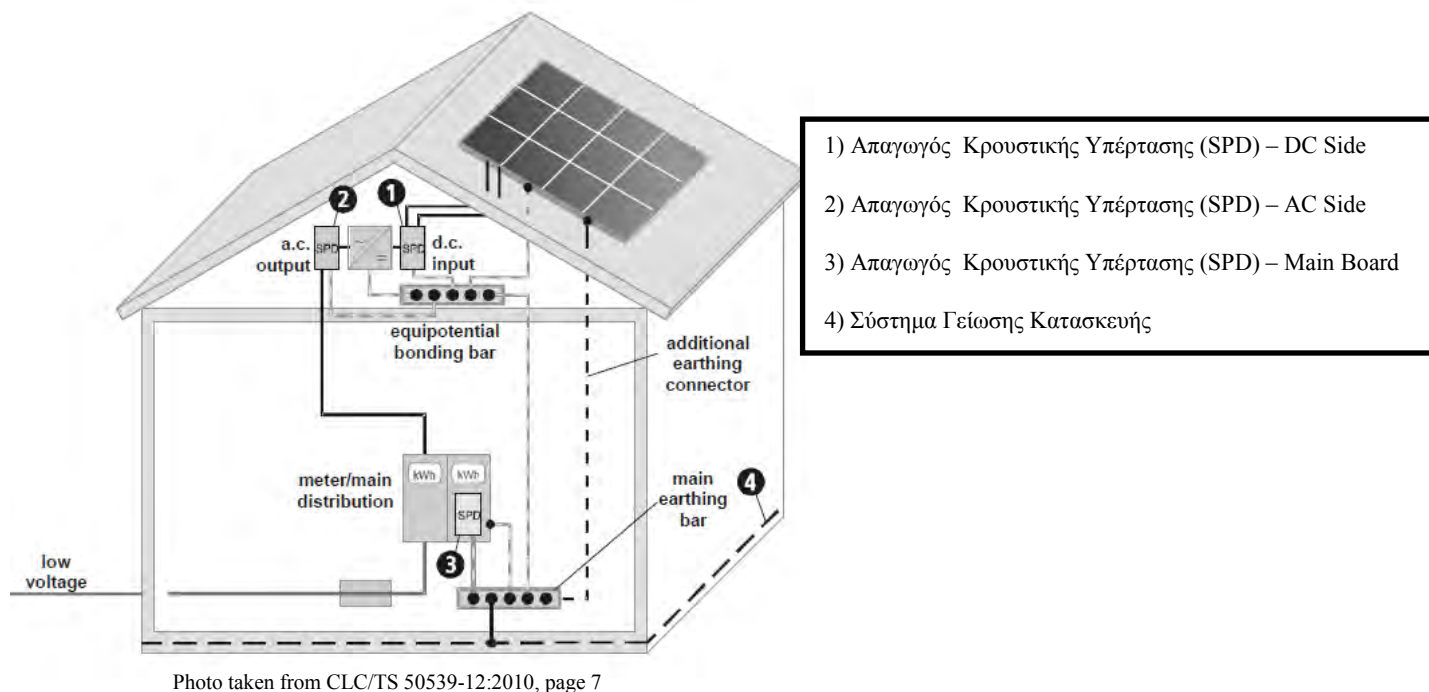
- 1) Απαγωγός Κρουστικής Υπέρτασης (SPD) – DC Side
- 2) Απαγωγός Κρουστικής Υπέρτασης (SPD) – AC Side
- 3) Απαγωγός Κρουστικής Υπέρτασης (SPD) – Main Board
- 4) Εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ)
- 5) Αγωγός Καθόδου
- 6) Αγωγήμη Σύνδεση
- 7) Σύστημα Γείωσης Κατασκευής

s - Απόσταση μεταξύ των μεταλλικών μερών του ΦΒ συστήματος και των αγωγών του Σ.Α.Π

Σημείωση:

Στην περίπτωση που ΔΕΝ τηρείται η απόσταση ασφαλείας (s) η οποία καθορίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 62305-3:2010 τότε χρειάζονται (επιπλέον) αγωγήμες σύνδεσεις των μεταλλικών μερών του ΦΒ συστήματος με τους αγωγούς του Σ.Α.Π.

Κατηγορία Β: Προστασία Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων Επί Κτιρίων στα οποία ΔΕΝ υπάρχει εγκατεστημένο εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ)



Πιθανοί κίνδυνοι που χρήζουν αντιμετώπισης

- Υπερτάσεις από το δίκτυο ΑΗΚ (π.χ. σφάλματα κτλ)
- Επαγόμενες Υπερτάσεις από «γειτονικά» κεραυνικά πλήγματα - σε κοντινή απόσταση

II – Ενιαίο Σύστημα Γείωσης

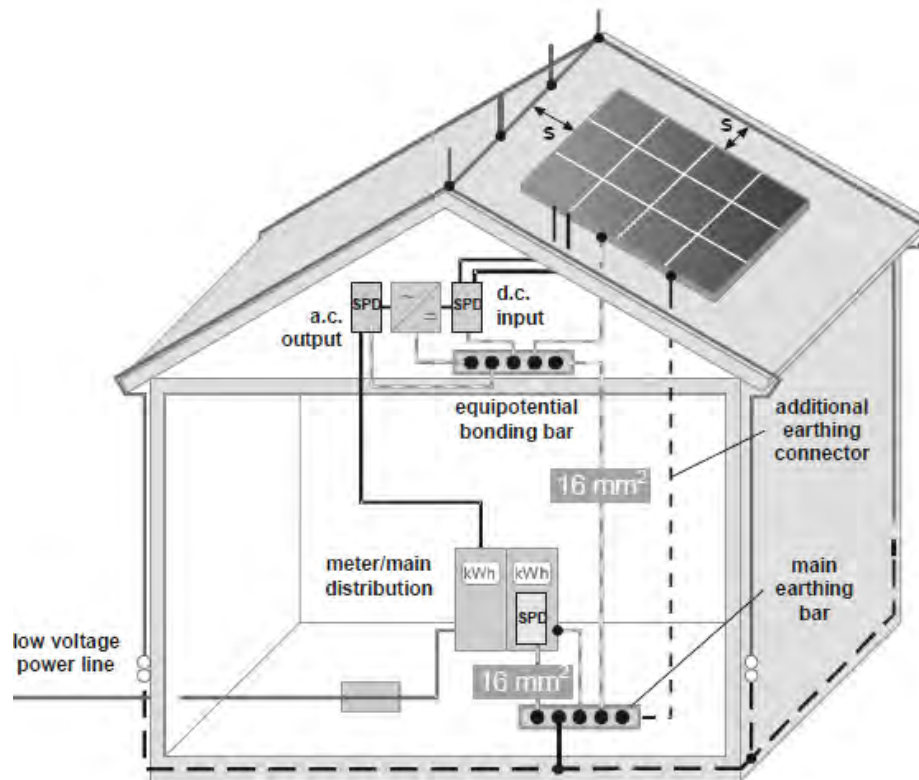


Photo taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 9

Σημείωση:

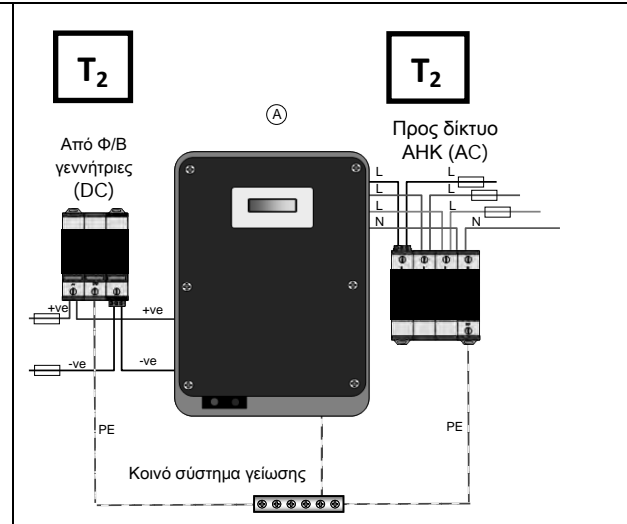
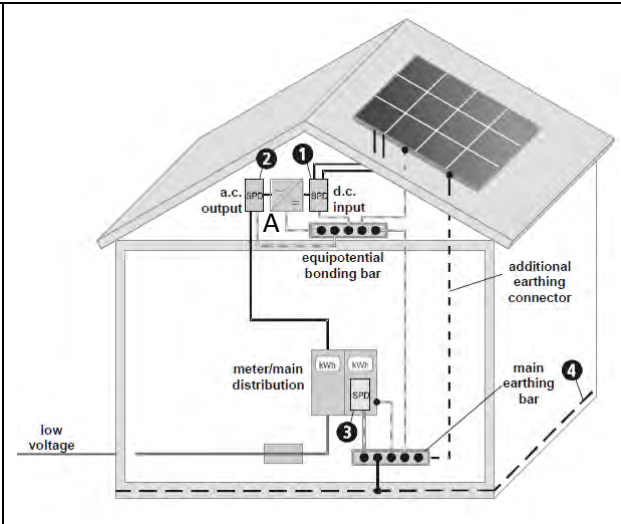
Προσοχή στο θέμα της γείωσης η οποία θα πρέπει να είναι κοινή με την ηλεκτρολογική γείωση της κατασκευής που θα εγκατασταθεί το Φ/Β. Μπορεί να ενισχυθεί αλλά να μην είναι ανεξάρτητη. Εάν οι συνθήκες το απαιτούν μπορεί να κατασκευαστεί ένα νέο σύστημα γείωσης για τα ΦΒ πάνελ. Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ισοδυναμική σύνδεση στον κύριο ακροδέκτη ή κύριο ζυγό γείωσης του υφιστάμενου συστήματος ηλεκτρικής γείωσης του κτιρίου. Αυτό πρέπει να γίνεται ανεξάρτητα από το εάν τα μεταλλικά μέρη του ΦΒ πάνελ είναι προσιτά ή όχι. Η αναφορά αυτή γίνεται σε όλα τα πρότυπα που περιγράφουν συστήματα γείωσης και προστασίας από κεραυνούς ή υπερτάσεις όπως τα EN 62305 – 3, HD 60364 – 4 – 44 αλλά και στη 16^η/17^η έκδοση του Ινστιτούτου Μηχανικής και Τεχνολογίας (IET) της μεγάλης Βρετανίας (Πρότυπο BS 7671:2001), που αφορούν το σχεδιασμό, την κατασκευή, την επιθεώρηση και τον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων Χαμηλής Τάσης.

II – Επιλογή Τύπων Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων (Surge Arresters) T1+T2, T2

Τύπος Απαγωγού	Βασικές Πληροφορίες και Επεξηγήσεις	
T ₁	Απαγωγός με ικανότητα εκφόρτισης κεραυνικού ρεύματος (10/350μs). Δηλαδή για αντιμετώπιση ρευμάτων που προκαλούνται από άμεσα κεραυνικά πλήγματα.	
T ₂	Απαγωγός με ικανότητα εκφόρτισης κρουστικού ρεύματος (8/20μs). Δηλαδή για αντιμετώπιση ρευμάτων που προκαλούνται εμμέσως από κεραυνικά πλήγματα.	
T ₁ +T ₂	Απαγωγός με συνδυασμένη ικανότητα εκφόρτισης κεραυνικού ρεύματος (10/350μs) και κρουστικού ρεύματος (8/20μs). Δηλαδή για αντιμετώπιση ρευμάτων που προκαλούνται από άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα	
AC side		DC side
<p>Η επιλογή του τύπου απαγωγού στο AC, εξαρτάται κυρίως α) από τις 3 κατηγορίες που ορίζει το πρότυπο CLC/TS 50539-12:2010 και περιγράφονται πιο κάτω, β) τη στάθμη προστασίας (εκτίμηση κινδύνου με βάση το πρότυπο IEC 62305-2) και γ) εάν η παροχή ηλεκτρισμού είναι εναέρια ή υπόγεια. Το ελάχιστο κρουστικό ρεύμα εκφόρτισης (minimum impulse current I_{imp}) αυτών των απαγωγών περιγράφεται στον Πίνακα Α.1 (σελ. 17) του προτύπου CLC/TS 50539-12:2010, ανάλογα με τη απαιτούμενη στάθμη προστασίας (I – IV) και του συστήματος γείωσης της παροχής.</p>		<p>Η επιλογή του τύπου απαγωγού στο DC εξαρτάται κυρίως μόνο από το εάν το κτίριο διαθέτει εξωτερικό ΣΑΠ σύμφωνα με τις κατηγορίες που ορίζει το πρότυπο CLC/TS 50539-12:2010 και περιγράφονται πιο κάτω. Το ελάχιστο κρουστικό ρεύμα εκφόρτισης (minimum impulse current I_{imp}) των απαγωγών αυτών περιγράφεται στον Πίνακα Α.2 (σελ. 18) του προτύπου CLC/TS 50539-12:2010, ανάλογα με την απαιτούμενη στάθμη προστασίας (I – IV).</p>

	Κατηγορία	Τύπος Απαγωγού	Επεξηγήσεις
A ₁			<p>Κατασκευή με εξωτερικό ΣΑΠ, τηρουμένης της απόστασης ασφαλείας μεταξύ των μεταλλικών μερών του Φ/Β συστήματος και των αγωγών του ΣΑΠ [EN 62305-3:2010].</p> <p>Εγκατάσταση απαγωγών T₂ τόσο στη μεριά του AC όσο και του DC. Η επιλογή των απαγωγών DC γίνεται ανάλογα με το πλήθος εισόδων των string / inverter. Για την επιλογή στο AC εξαρτάται εάν ο inverter είναι 1Φ ή 3Φ.</p>
A ₂			<p>Κατασκευή με εξωτερικό ΣΑΠ, ΜΗ τηρουμένης της απόστασης ασφαλείας μεταξύ των μεταλλικών μερών του Φ/Β συστήματος και των αγωγών του ΣΑΠ [EN 62305-3:2010].</p> <p>Εγκατάσταση απαγωγών T_{1+T2} στη μεριά του AC & DC. Η επιλογή των απαγωγών DC γίνεται ανάλογα με το πλήθος εισόδων των string / inverter. Για την επιλογή στο AC εξαρτάται εάν ο inverter είναι 1Φ ή 3Φ.</p>

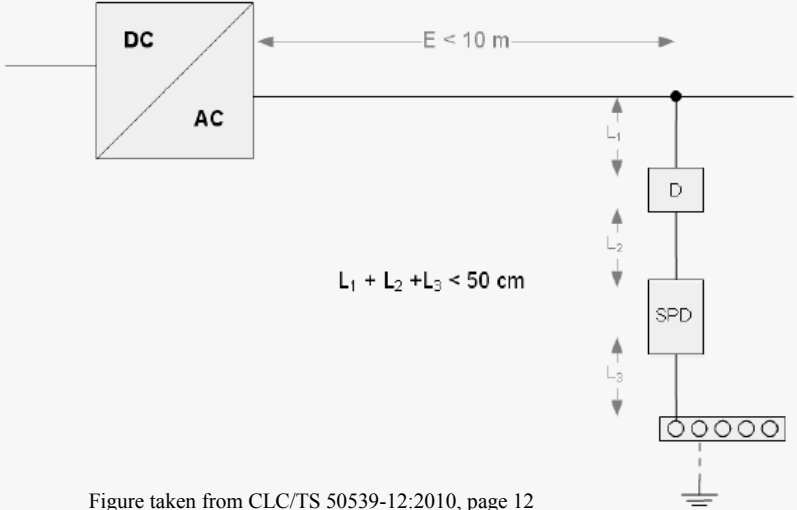
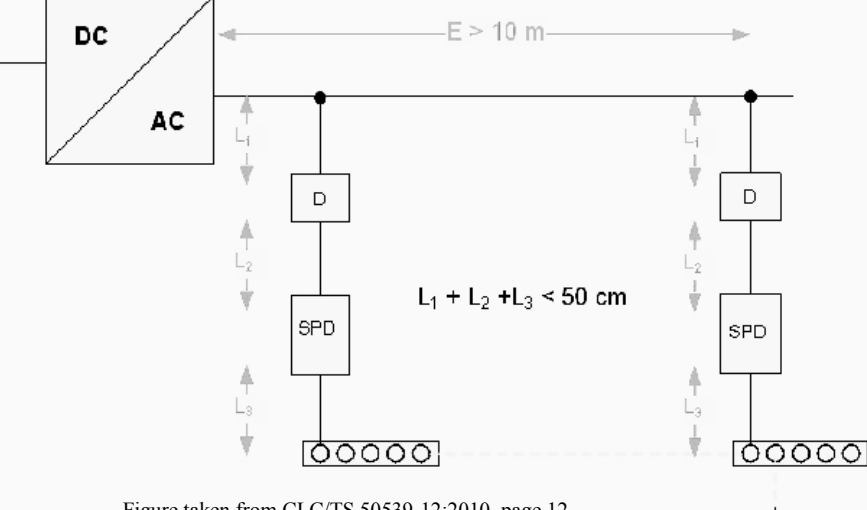
B

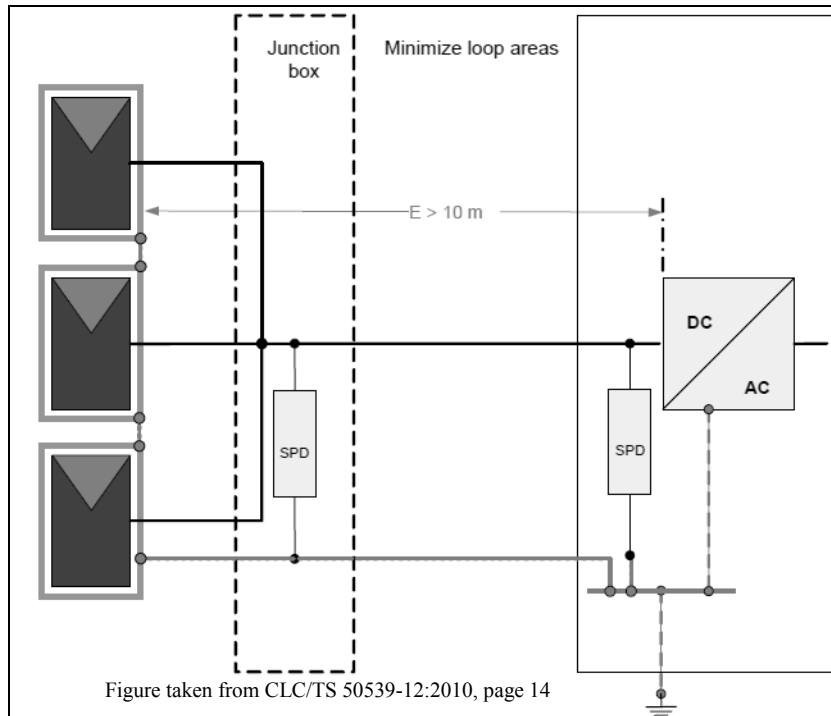


Κατασκευή με ενάερια παροχή χωρίς εξωτερικό ΣΑΠ.

Εγκατάσταση απαγωγών T2 τόσο στη μεριά του AC όσο και στη DC. Η επιλογή των απαγωγών DC γίνεται ανάλογα με το πλήθος εισόδων των string / inverter. Για την επιλογή στο AC εξαρτάται εάν ο inverter είναι 1Φ ή 3Φ.

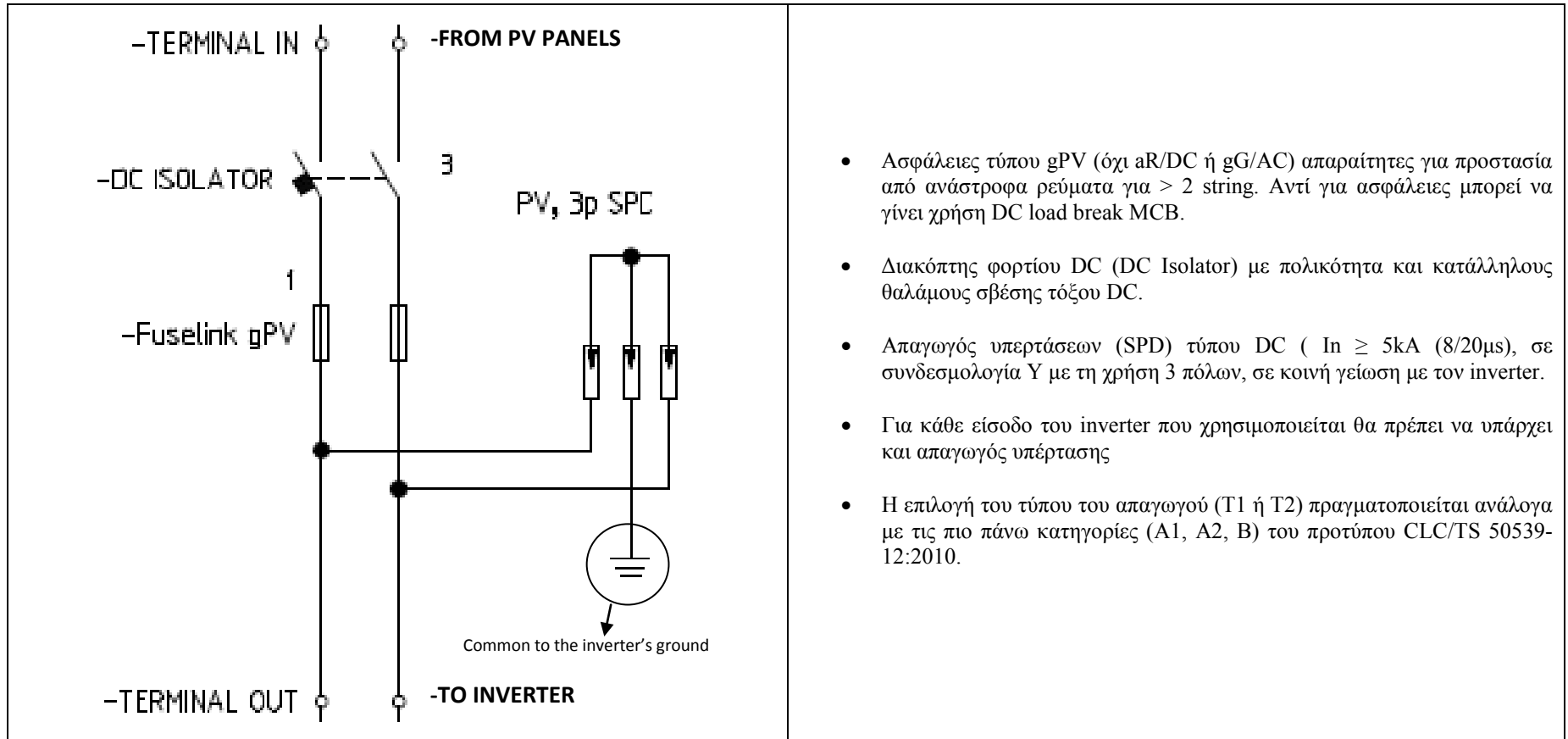
III – Καλωδιακή απόσταση μεταξύ απαγωγού και Inverter ως προς την Παραμένουσα Τάση (U_r)

 <p style="text-align: center;">$L_1 + L_2 + L_3 < 50 \text{ cm}$</p> <p style="text-align: center;">Figure taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 12</p>	<p>Οι ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές στην Ευρώπη για την επιλογή και εφαρμογή απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων για ΦΒ εγκαταστάσεις είναι οι TS 61643 – 12, TS 50539 – 12. Οι προδιαγραφές αναφέρονται μεταξύ άλλων (σελίδες 11 – 14 του TS 50539 – 12) και στην καλωδιακή απόσταση E μεταξύ του απαγωγού και της υπό προστασία συσκευής (π.χ. Inverter), η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 μέτρα, τόσο στο AC όσο και στο DC.</p>
 <p style="text-align: center;">$L_1 + L_2 + L_3 < 50 \text{ cm}$</p> <p style="text-align: center;">Figure taken from CLC/TS 50539-12:2010, page 12</p>	<p>Σε περίπτωση που η καλωδιακή απόσταση E, από το γενικό πίνακα (ή από το σημείο εγκατάστασης των απαγωγών) μέχρι το Inverter, είναι μεγαλύτερη από 10 μέτρα, προτείνεται η εγκατάσταση επιπρόσθετου σετ απαγωγών (π.χ. ένα σετ στο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο (γενικός πίνακας) και ένα σετ πριν τον μετατροπέα).</p>

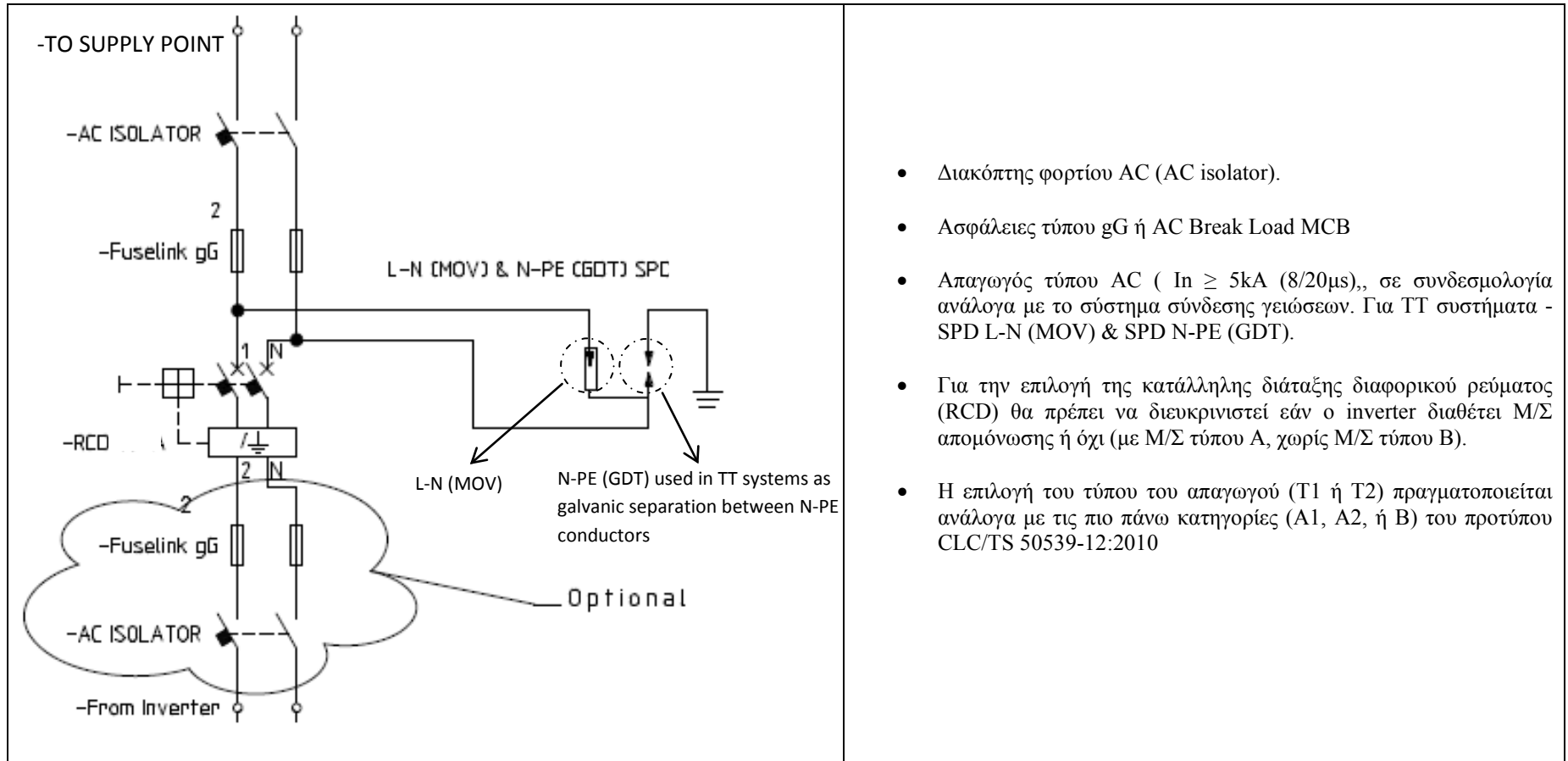


Σε περίπτωση που η καλωδιακή απόσταση E , από το Φ/Β πλαίσιο μέχρι το Inverter, είναι μεγαλύτερη από 10 μέτρα, προτείνεται η εγκατάσταση επιπρόσθετου σετ απαγωγών (π.χ. ένα σετ στο σημείο σύνδεσης με το Φ/Β και ένα σετ πριν τον μετατροπέα).

IV – Ορθή Διάταξη Προστασίας DC



V – Ορθή Διάταξη Προστασίας AC



- Διακόπτης φορτίου AC (AC isolator).
- Ασφάλειες τύπου gG ή AC Break Load MCB
- Απαγωγός τύπου AC ($I_n \geq 5kA (8/20\mu s)$), σε συνδεσμολογία ανάλογα με το σύστημα σύνδεσης γειώσεων. Για TT συστήματα - SPD L-N (MOV) & SPD N-PE (GDT).
- Για την επιλογή της κατάλληλης διάταξης διαφορικού ρεύματος (RCD) θα πρέπει να διευκρινιστεί εάν ο inverter διαθέτει M/Σ απομόνωσης ή όχι (με M/Σ τύπου A, χωρίς M/Σ τύπου B).
- Η επιλογή του τύπου του απαγωγού (T1 ή T2) πραγματοποιείται ανάλογα με τις πιο πάνω κατηγορίες (A1, A2, ή B) του προτύπου CLC/TS 50539-12:2010