Ας εξετάσουμε έναν εντελώς απομωνομένο αγωγό, ο οποίος βρίσκεται στο εσωτερικό ισότροπου υλικού, πολύ μακριά από οποιονδήποτε άλλο αγωγό. Ξέρουμε, πως αν φορτίσουμε αυτόν υον αγωγό με φορτίο *Q,* αυτό θα κατανεμηθεί στην επιφάνειά του με επιφανειακή πυκνότητα σ, η οποία εξαρτάται από το σχήμα και τις διαστάσεις του αγωγού.

Ένα μικρό τμήμα dS αυτής της επιφάνειας με φορτίο σdS μπορεί να θεωρηθεί σημειακό. Επομένως σε οποιοδήποτε σημείο που βρίσκεται σε απόσταση r από το dS δημιουργείται πεδίο το δυναμικό του οποίου ισούται με

$$d\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sigma dS}{\varepsilon r}$$

όπου ε η διηλεκτρική σταθερά του μέσου.

Επομένως το δυναμικό της επιφάνειας του αγωγού θα ισούται με

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{(S)}\frac{\sigma dS}{\varepsilon r},$$

όπου η ολοκλήρωση γίνεται σε όλη την επιφάναια S του αγωγού. Ας υποθέσουμε τώρα ότι η πυκνότητα φορτίου σε κάθε σημείο δίνεται από τη σχέση $\sigma = kQ$, όπου k κάποια συνάρτηση που εξαρτάται από το σημείο της επιφάνειας, θα έχουμε

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\int_{(S)}\frac{kdS}{r},$$

όπου το ολοκλήρωμα εξαρτάται μόνο από το σχήμα , τις διαστάσεις του αγωγού και το είδος του διηλεκτρικού και όχι από το φορτίο. Επομένως το δυναμικό κάθε απομονωμένου αγωγού είναι ανάλογο του φορτίου του Q.

Έτσι ο λόγος

$$C = \frac{Q}{\varphi} = \frac{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}{\int_{(S)}\frac{kdS}{r}}$$

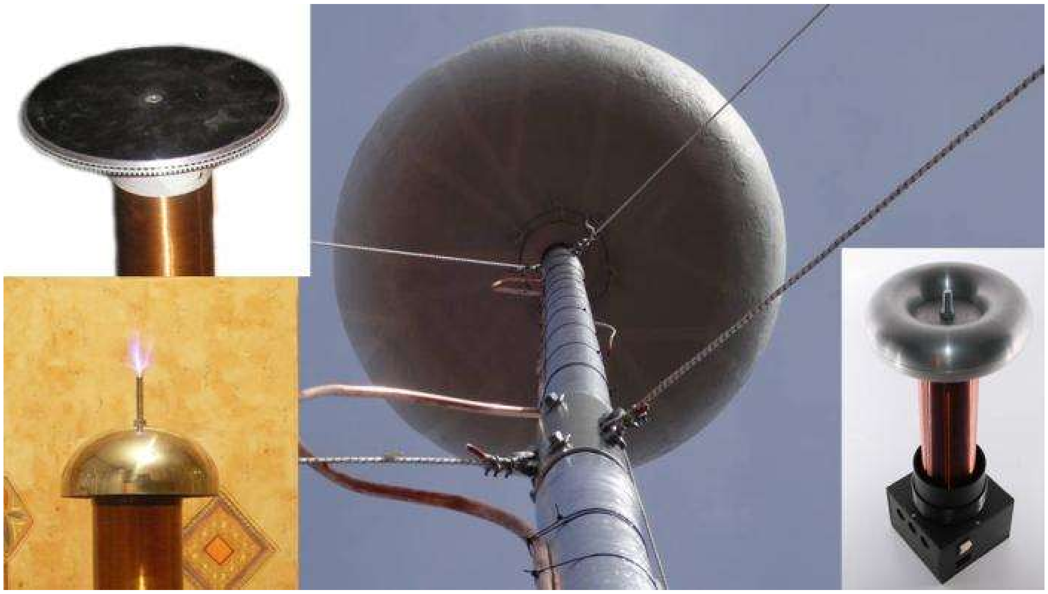
είναι σταθερός για κάθε αγωγό και ονομάζεται χωρητικότητα του αγωγού αυτού. Είναι προφανές πως η χωρητικότητα δεν εξαρτάται ούτε από το υλικό του αγωγού, ούτε από το φορτίο. Η χωρητικότητα αριθμητικά ισούται με το φορτίο το οποίο πρέπει να δώσουμε σ' ένα αγωγό, ώστε το δυναμικό του να αυξηθεί κατά μία μονάδα.

Για παράδειγμα η ηλεκρική χωρητικότητα μιας απομονωμένης φορτισμένης μεταλλικής σφαίρας ακτίνας R είναι $C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R$.

Η ηλεκτρική χωρητικότητα ενός αγωγού χαρακτηρίζει την ικανότητα του αγωγού (ή του συστήματος αγωγών) να συσσωρεύουν φορτίο, αποθηκεύοντας έτσι ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου.

Κάθε αγωγός ή σύστημα αγωγών μπορεί να αποθηκεύσει φορτ'ιο. Επομένως μπορεί να θεωρηθεί «πυκνωτής» δηλαδή συσκευή συσσώρευσης φορτίου.

Οι απομονωμένοι αγωγοί μπορούν να ονομασθούν και πυκνωτές με έναν οπλισμό και χρησιμοποιήθηκαν π.χ. από τον Tesla. Στην παρακάτω εικόνα βλέπετε μερικά παραδείγματα πυκνωτών με έναν οπλισμό:



Οι απομονωμένοι αγωγοί έχουν πολύ μικρή χωρητικότητα. Π.χ. η Γη έχει χωρητικότητα μόνο 700 μF. Στην πράξη όμως μας χρειάζονται διατάξεις που ένα σχετικά μικρό δυναμικό να συσσωρεύουν μεγάλα φορτία.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το φαινόμενο της επαγωγής. Αν σε έναν φορτισμένο αγωγό πλησιάσουμε ένα άλλο υλικό, λόγω του πεδίου του πρώτου επάγονται στον δεύτερο φορτία ελεύθερα (για αγωγό) ή συνδεδεμένα (για διηλεκτρικό) εκ των οποίων τα αντίθετα με τα φορτία του πρώτου είναι πλησιέστερα προς αυτόν μειώνοντας έτσι το δυναμικό και, κατά συνέπεια, αυξάνοντας τη χωρητικότητα.

Έτσι δημιουργούνται οι πυκνωτές με δύο τουλάχιστον οπλισμούς. Προσπαθούν ,ώστε το πεδίο να περικλείεται μόνο μεταξύ

Τον πρώτο πυκνωτή τον χρησιμοποίησε ο Μούσενμπρουκ (Pieter van Musschenbroek) Φυσικά τότε δεν ονομάσθηκε «πυκνωτής». Ο γάλλος Αμπέ Νολέ (Abee Nollet) μεταφράζοντας το κείμενο του Μούσενμπρουκ ονόμασε τη συσκευή Buteille de Leyde (δηλαδή «φιάλη του Leyden» από την πόλη στην οποία ανακαλύφθηκε), όρος ο οποίος αποδόθηκε στα ελληνικά ως «λουγδιανική λάγηνος» και διατηρήθηκε ως τα μέσα του $20^{ου}$ αιώνα. Στην εικόνα έχουμε μερικές λουγδιανικές λαγήνους.

Στους σημερινούς πυκνωτές προσπαθούν να εμποδίσουν τρίτα σώματα να επιδράσουν στο φορτίο του πυκνωτή, επομένως προσπαθούν να περιορίσουν το πεδίο στο χώρο μεταξύ των δύο αγωγών, όπου τοποθετούν και το διηλεκτρικό.

Στην περίπτωση λοιπόν πυκνωτή με δύο οπλισμούς όταν φορτίζουμε τον έναν με φορτίο Q και στον δεύτερο επάγεται φορτίο –Q η χωρητικότητά του γίνεται

$$C = \frac{Q}{\Delta\varphi}$$

Όπου Δφ η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών.

Αν τώρα έχουμε σφαιρικό πυκνωτή με ακτίνες R1 και R2 και γειωμένη την εξωτερική επιφάνεια η χωρητικότητά του γίνεται

$$C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

Χωρητικότητα όμως έχει και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πυκνωτής και η διάταξη που παρουσίασε ο Διονύσης. Μόνο που τώρα αυτή είναι

$$C' = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_2 - R_1 R_3} < C$$

Όλα τα παραπάνω ισχύουν βέβαια για ιδανικούς πυκνωτές.