

EXERCICES DU CHAPITRE 6 – MESURE EN HAUTE TENSION PARTIE A

1. ÉCLATEUR À SPHÈRES – PRINCIPE

Soit un intervalle d'air de largeur d , compris entre deux sphères de même rayon R , portées à une différence de potentiel U . En première approximation, une étincelle se produit dans un tel intervalle, si les hypothèses suivantes sont réalisées :

1. Le champ électrique maximal est simplement égal à $E_{\max} = E_h/\eta$, où E_h est le champ homogène (U/d) et η (facteur de Schwaiger).

2. la valeur maximale du champ électrique, E_{\max} , atteint une valeur dite « disruptive », E_d , qui est une **constante**, caractéristique de l'air (dans des conditions météorologiques données : pression, température et humidité).

Question

En se référant au tableau des tensions disruptives données par la norme CEI 60052, déterminer si ces hypothèses sont vérifiées, ou non.

☞ Voir tableau des tensions disruptives, page 2

2. ÉCLATEUR À SPHÈRES – APPLICATION

Un éclateur à sphères est formé de deux sphères de 250 mm de rayon. Afin de le qualifier en tension de chocs de foudre selon la norme CEI 60052, pour un écartement de 200 mm, on lui applique 5 groupes de 20 chocs positifs et on obtient les nombres d'amorçage suivants :

Groupe	Tension de crête [kV]	Probabilité d'amorçage
1	470	2
2	475	5
3	480	8
4	490	15
5	495	18

Questions

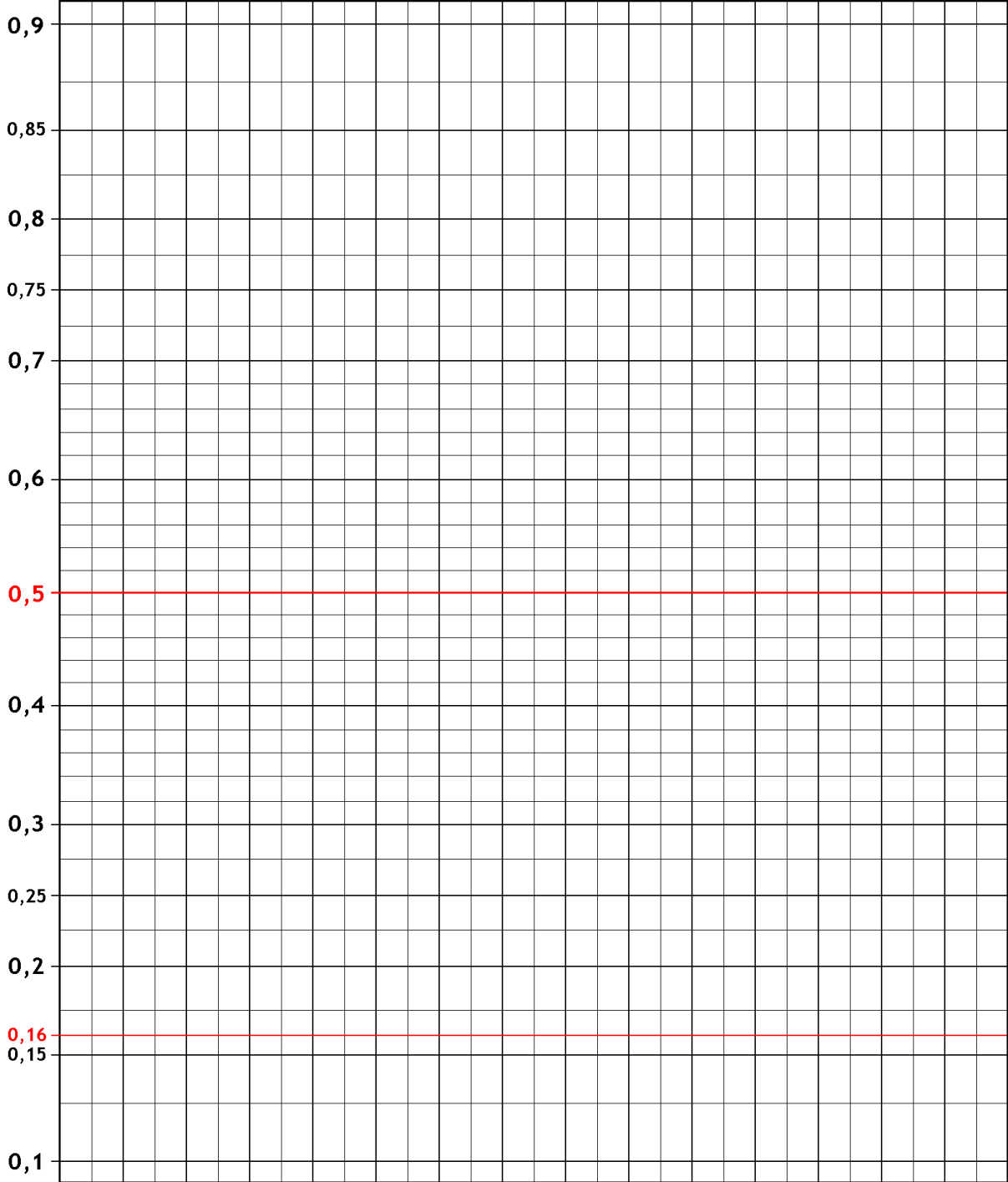
1. Déterminer graphiquement les paramètres $U_{d,50}$ et z de la distribution.
2. L'éclateur peut-il être considéré comme approuvé par la CEI ?

☞ Papier gaussien-linéaire, page 3

Tensions de claquage d'un éclateur à sphères, en kilovolts, selon norme CEI 60052Conditions climatiques : T = 20°C ; P = 101,3 kPa ; H_{abs} = 8,5 g/m³. IC = 95% pour une incertitude de 3%.

Écartement d [mm]	Rayon des sphères [mm]											
	10	25	31,25	50	62,5	75	125	250	375	500	750	1000
0,5	2,8											
1	4,7											
1,5	6,4											
2	8,0	8,0										
2,5	9,6	9,6										
3	11,2	11,2										
4	14,4	14,3	14,2									
5	17,4	17,4	17,2	16,8	16,8	16,8						
6	20,4	20,4	20,2	19,9	19,9	19,9						
7	23,2	23,4	23,2	23,0	23,0	23,0						
8	25,8	26,3	26,2	26,0	26,0	26,0						
9	28,3	29,2	29,1	28,9	28,9	28,9						
10	30,7	32,0	31,9	31,7	31,7	31,7	31,7					
12		37,6	37,5	37,4	37,4	37,4	37,4					
14		42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9					
15		45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5					
16		48,1	48,1	48,1	48,1	48,1	48,1					
18		53,0	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5					
20		57,5	58,5	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0			
22		61,5	63,0	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5			
24		65,5	67,5	69,5	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0			
26			72,0	74,5	75,0	75,5	75,5	75,5	75,5			
28			76,0	79,5	80,0	80,5	81,0	81,0	81,0			
30			79,5	84,0	85,0	85,5	86,0	86,0	86,0	86,0		
35				95,0	97,0	98,0	99,0	99,0	99,0	99,0		
40				105	108	110	112	112	112	112		
45				115	119	122	125	125	125	125		
50				123	129	133	137	138	138	138	138	
55					138	143	149	151	151	151	151	
60					146	152	161	164	164	164	164	
65						161	173	177	177	177	177	
70						169	184	189	190	190	190	
75						177	195	202	203	203	203	
80							206	214	215	215	215	
90							226	239	240	241	241	
100							244	263	265	266	266	266
110							261	286	290	292	292	292
120							275	309	315	318	318	318
130								331	339	342	342	342
140								353	363	366	366	366
150								373	387	390	390	390
160								392	410	414	414	414
170								411	432	438	438	438
180								429	453	462	462	462
190								445	473	486	486	486
200								460	492	510	510	510
220								489	530	555	560	560
240								515	565	595	610	610
260									600	635	655	660
280									635	675	700	705
300									665	710	745	750
320									695	745	790	795
340									725	780	835	840
360									750	815	875	885
380										845	915	930
400										875	955	975
450										945	1050	1080
500										1010	1130	1180
550											1210	1260
600											1280	1340
650											1340	1410
700											1390	1480
750											1440	1540

Papier gausso-linéaire



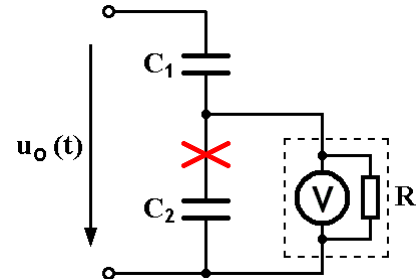
3. PROTECTION DU DIVISEUR CAPACITIF

Un diviseur capacitif, dépourvu de protection, est utilisé en tension sinusoïdale (50 Hz) avec un voltmètre réel.

Questions

Calculer la puissance active dissipée par la résistance d'entrée du voltmètre :

1. en fonctionnement normal ;
2. lorsque la branche basse tension du diviseur s'est ouverte accidentellement.



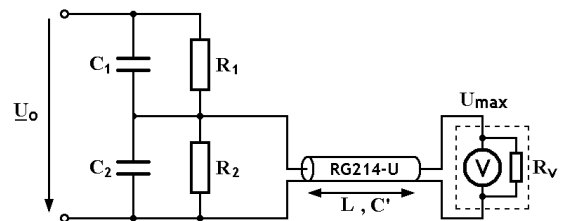
Application numérique :

$$\begin{aligned} C_1 &= 1 \text{ nF} \\ C_2 &= 800 \text{ nF} \\ R &= 1 \text{ M}\Omega \\ U_o &= 500 \text{ kV}_{\text{eff}} \end{aligned}$$

4. DIMENSIONNEMENT DU DIVISEUR CAPACITIF – RÉSISTIF À 50 HZ

On veut dimensionner de manière optimale un diviseur capacitif – résistif, pour des mesures à 50 Hz, avec les contraintes suivantes :

1. La valeur de crête de la tension à mesurer est : $\hat{U}_o = 1 \text{ MV}$.
2. Le courant circulant dans les résistances ne doit pas dépasser 1 mA.
3. La capacité basse tension vaut : $C_2 = 450 \text{ nF}$.
4. Le diviseur doit être utilisé avec un voltmètre pouvant mesurer $U_{\text{max}} = 500 \text{ V}$.
5. La résistance d'entrée du voltmètre est : $R_v = 1 \text{ M}\Omega$.
6. Le câble de 15 m de long, reliant le diviseur au voltmètre, est de type RG124-U (coaxial à double gaine), avec une capacité linéique : $C' = 101 \text{ pF/m}$.



Question

Calculer R_1 , R_2 et C_1 .

Remarque : Les résistances des supports sont considérées comme infinies, et les capacités contre les éléments constructifs du laboratoire comme négligeables.

QUESTION TEST SUR LE CHAPITRE 6, PARTIE A

Quelle est la référence utilisée pour étalonner un voltmètre à haute tension ?