มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

คณะกรรมการมาตรฐาน กทช.

ตุลาคม 2550

ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการมาตรฐาน กทช.
สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151-60 เว็บไซต์: www.ntc.or.th

มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับ

จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service)

ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

ความเป็นมาและเหตุผลความจำเป็น

---

1. สำนักงาน กทช. ได้แก้ไขปรับปรุง ประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลข เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับจานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ลงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2540 ให้เป็น (ร่าง)ประกาศ กทช. ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit) โดยปรับปรุงข้อกำหนดทางเทคนิคของประกาศฯ เดิม ให้เป็นปัจจุบัน และเพื่อขจัดปัญหาการรบกวนความถี่วิทยุจากการใช้สายอากาศที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน และตอบสนองให้การใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่และการใช้ความถี่วิทยุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. สำนักงานฯ ได้จัดทำ(ร่าง)มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit) โดยอาศัยมาตรฐานและข้อกำหนดดังต่อไปนี้เป็นแนวทาง

2.1 Recommendation ITU-R S.580-6: Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites (2003)

2.2 Recommendation ITU-R S.465-5: Reference earth-station pattern for use in coordination and interfering assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (1993 with amendments in 2001)

2.3 Recommendation ITU-R S.731-1: Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (2005)

2.4 ETSI TS 101 136: Satellite Earth Stations and Systems (SES); Guidance for general purpose earth stations transmitting in the 5,7 GHz to 30,0 GHz frequency bands towards geostationary satellites and not covered by other ETSI specifications or standards (V1.3.1 2001-06)

3. ร่างมาตรฐานทางเทคนิคฯ ที่ได้จัดทำขึ้น ประกอบด้วยมาตรฐานทางเทคนิค 3 ส่วน คือ แบบรูปการแผ่พลังงานร่วมขั้ว (Co-polarized Radiation Pattern) รูปแบบการแผ่พลังงานข้ามขั้ว (Cross-polarized Radiation Pattern) และการแยกแยะโพลาไรเซชันไขว้ (Cross-polarization Discrimination) โดยมีรายละเอียดสาระสำคัญของการปรับเปลี่ยนจากประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลขฯ เดิม ตามตารางในหน้าถัดไป

รายละเอียด

(ร่าง)มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ระบุลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดิน (earth station) ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit: GSO) ในย่านความถี่วิทยุ 2 – 30 GHz และระบุขอบข่าย (scope) ของจานสายอากาศที่มาตรฐานทางเทคนิคดังกล่าวไม่ใช้บังคับ

(ร่าง)มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ประกอบด้วยมาตรฐานทางเทคนิค 3 ส่วน โดยแก้ไขเพิ่มเติมข้อ 1 ของประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลข เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับจานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ลงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2540 (ซึ่งจะยกเลิกในโอกาสต่อไป) มีรายละเอียดดังนี้

co-polarized radiation pattern

อ้างอิงจาก *recommends* 1 ของ [1]
NOTE 5 ของ [1]
recommends 2 ของ [2]

และไม่แตกต่างในสาระสำคัญจากข้อกำหนดใน 1.1 ของประกาศกรมฯ เดิม

cross-polarized radiation pattern

อ้างอิงจาก *recommends* 2 ของ [3]

เป็นข้อกำหนดที่เพิ่มเติมจากประกาศกรมฯ เดิม

cross-polarization discrimination

อ้างอิงจาก Annex A.4 (antenna guidelines) ของ [4]

แก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดใน 1.2 ของประกาศกรมฯ จากเดิมกำหนดค่าการแยกแยะโพลาไรเซชันไขว้สำหรับโพลาไรเซชันเชิงเส้นเท่านั้น โดยเพิ่มเติมการกำหนดค่าสำหรับโพลาไรเซชันแบบวงกลมด้วย

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

[1] Recommendation ITU-R S.580-6: Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites (2003)

[2] Recommendation ITU-R S.465-5: Reference earth-station pattern for use in coordination and interfering assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (1993 with amendments in 2001)

[3] Recommendation ITU-R S.731-1: Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (2005)

[4] ETSI TS 101 136: Satellite Earth Stations and Systems (SES); Guidance for general purpose earth stations transmitting in the 5,7 GHz to 30,0 GHz frequency bands towards geostationary satellites and not covered by other ETSI specifications or standards (V1.3.1 2001-06)

4. สำนักงานฯ ได้ขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการแก้ไขประกาศดังกล่าวให้เป็นประกาศ กทช. โดยมีหน่วยงานที่ได้ให้ข้อคิดเห็นมีทั้งหมด 10 หน่วยงาน โดยส่วนใหญ่เห็นชอบตามร่างที่ได้แก้ไขปรับปรุงในครั้งนั้น สำหรับในส่วนของ บมจ.ชินแซทเทลไลท์ เห็นชอบตามร่างเป็นส่วนใหญ่ แต่มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นของการกำหนดองศาเริ่มต้นสำหรับการบังคับใช้มาตรฐานทางเทคนิคในส่วนของ co-polarized radiation pattern การกำหนดค่ามาตรฐานในส่วนของ cross-polarized radiation pattern และข้อยกเว้นไม่บังคับใช้มาตรฐาน

5. สำนักงานฯ ได้นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง มาปรับปรุงแก้ไข(ร่าง)มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit) แล้ว ดังต่อไปนี้

5.1 กำหนดองศาเริ่มต้นสำหรับการบังคับใช้มาตรฐานทางเทคนิค ให้เริ่มต้นที่ 2^{o} ทั้งในส่วนของ co-polarized radiation pattern และ cross-polarized radiation pattern

5.2 กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคในส่วนของ cross-polarized radiation pattern เฉพาะในช่วง $2^{o} \leq \varphi < 20^{o}$ เท่านั้น เนื่องจากอัตราขยายที่องศาเกินกว่านั้นจะมีค่าต่ำมาก และไม่ได้ส่งผลในทางปฏิบัติ โดยอ้างอิงมาตรฐานตามข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU-R Recommendation) เป็นหลัก

5.3 ปรับปรุงถ้อยคำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการยกเว้นไม่บังคับใช้มาตรฐาน

6. สำนักงานฯ ได้นำ(ร่าง)มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit) เสนอต่อ คณะกรรมการมาตรฐาน กทช. เพื่อพิจารณาในการประชุมครั้งที่ 9/2550 เมื่อวันที่ 17 กันยายน 2550 ซึ่งคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. ได้พิจารณาแล้ว เห็นชอบด้วย โดยให้เพิ่มเติมเอกสารอ้างอิง และมอบหมายให้สำนักงานฯ นำเสนอต่อ กทช. เพื่อพิจารณาต่อไป

7. กทช. ในการประชุมครั้งที่ 39/2550 เมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2550 ได้พิจารณาเรื่องดังกล่าวแล้ว มีมติเห็นชอบในหลักการ(ร่าง)ประกาศ กทช. ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ และมอบหมายให้สำนักงานฯ รับ(ร่าง)ประกาศ กทช. ดังกล่าวไปดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารแนบ

1. (ร่าง)ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

2. ประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลข เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับจานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ลงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2540

3. Recommendation ITU-R S.580-6: Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites (2003) [เฉพาะส่วน *recommends* 1 และ NOTE 5]

4. Recommendation ITU-R S.465-5: Reference earth-station pattern for use in coordination and interfering assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (1993 with amendments in 2001) [เฉพาะส่วน *recommends* 2]

5. Recommendation ITU-R S.731-1: Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (2005) [เฉพาะส่วน *recommends* 2]

6. ETSI TS 101 136: Satellite Earth Stations and Systems (SES); Guidance for general purpose earth stations transmitting in the 5,7 GHz to 30,0 GHz frequency bands towards geostationary satellites and not covered by other ETSI specifications or standards (V1.3.1 2001-06) [เฉพาะส่วน Annex A.4]

- ร่าง -

ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์
เรื่อง จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม
(fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

โดยที่เห็นเป็นการสมควรกำหนดมาตรฐานและลักษณะพึงประสงค์ทางด้านเทคนิคในกิจการโทรคมนาคมผ่านดาวเทียม ประกอบกับจานสายอากาศที่ใช้ในกิจการโทรคมนาคมผ่านดาวเทียมที่มีผลต่อการให้บริการโทรคมนาคมต้องมีมาตรฐานทางเทคนิค เพื่อขจัดปัญหาการรบกวนความถี่วิทยุ และตอบสนองให้การใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่และความถี่วิทยุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อาศัยอำนาจตามมาตรา ๕๑ (๖) และมาตรา ๗๘ แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่ และกำกับกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๔๓ มาตรา ๓๒ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๔๔ และมาตรา ๒๙ (๔) แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. ๒๔๙๘ คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติจึงเห็นชอบให้ยกเลิกประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลข เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับจานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๐ และประกาศกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit) ไว้ ดังมีรายละเอียดตามมาตรฐานเลขที่ กทช. มท. ๑๐๑๙ - ๒๕๕๐ แนบท้ายประกาศนี้

ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่

พลเอก

(ชูชาติ พรหมพระสิทธิ์)

ประธานกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์

กทช. มท. 1019 – 2550

จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดิน ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทร. 0 2271 0151-60 เว็บไซต์: www.ntc.or.th

มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์
เรื่อง จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม
(fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ระบุลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำสำหรับจานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดิน (earth station) ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (fixed-satellite service) ที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (geostationary-satellite orbit: GSO) ในย่านความถี่วิทยุ 2 – 30 GHz

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ไม่ใช้บังคับกับจานสายอากาศดังต่อไปนี้

(1) จานสายอากาศของอุปกรณ์รับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TV Receive Only) หรือการใช้งานอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

(2) จานสายอากาศซึ่งใช้งานในลักษณะ earth station on-board vessels (ESVs) ตามที่กำหนดไว้ในข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

(3) จานสายอากาศซึ่งได้รับอนุญาตให้ทำหรือนำเข้าไว้แล้ว หรือที่ยังไม่ได้รับอนุญาตให้ทำหรือนำเข้า แต่ได้มีการทำสัญญาหรือมีข้อผูกพันทางกฎหมายกันไว้แล้ว ก่อนวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

2. มาตรฐานทางเทคนิค

จานสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมที่ใช้วงโคจรของดาวเทียมประจำที่จะต้องมีมาตรฐานทางเทคนิคตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

2.1 แบบรูปการแผ่พลังงานร่วมขั้ว (Co-polarized Radiation Pattern)

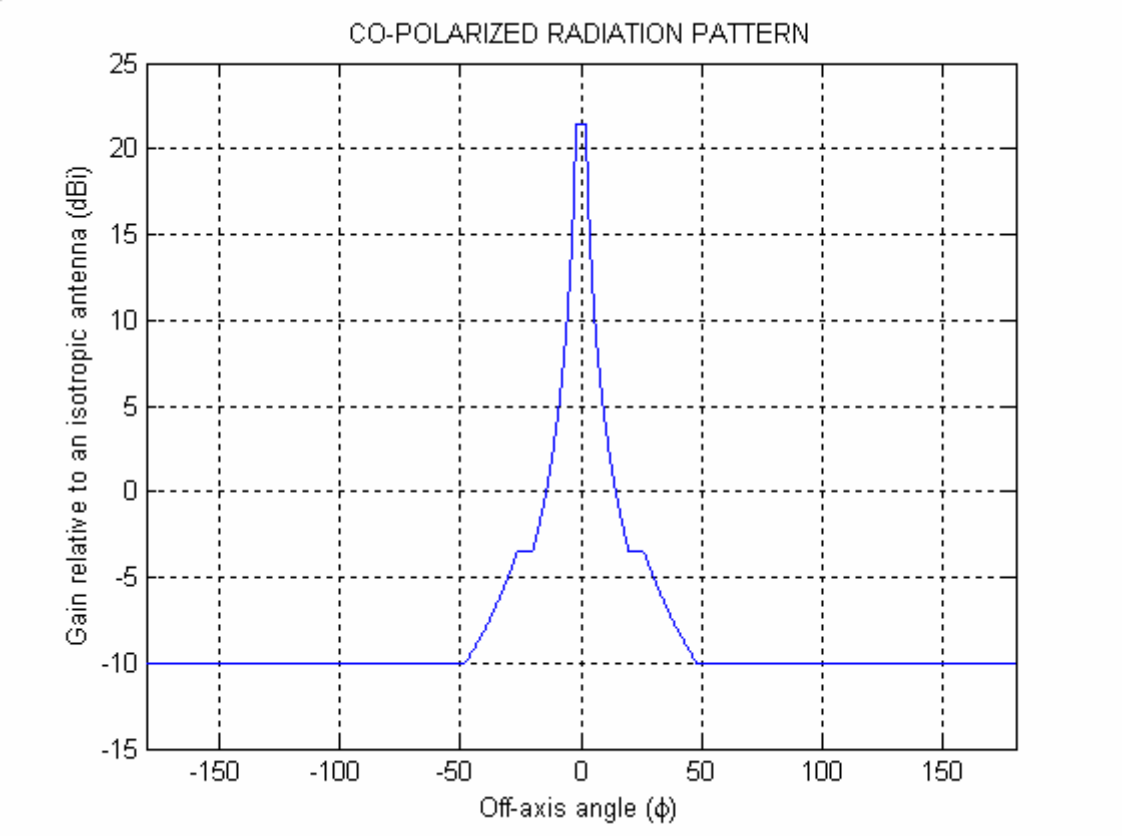
ค่าอัตราขยายของจานสายอากาศต้องมีค่าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้ เว้นแต่ในส่วนของพูข้าง (side-lobe) ซึ่งอาจมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ไม่เกิน 10% (**รูปที่ 1**)

$$
\begin{aligned}
G &= 29 - 25 \log \varphi && \text{dBi} && \text{for} \quad 2^\circ \le \varphi < 20^\circ \\
&= -3.5 && \text{dBi} && \text{for} \quad 20^\circ \le \varphi < 26.3^\circ \\
&= 32 - 25 \log \varphi && \text{dBi} && \text{for} \quad 26.3^\circ \le \varphi < 48^\circ \\
&= -10 && \text{dBi} && \text{for} \quad 48^\circ \le \varphi \le 180^\circ
\end{aligned}
$$

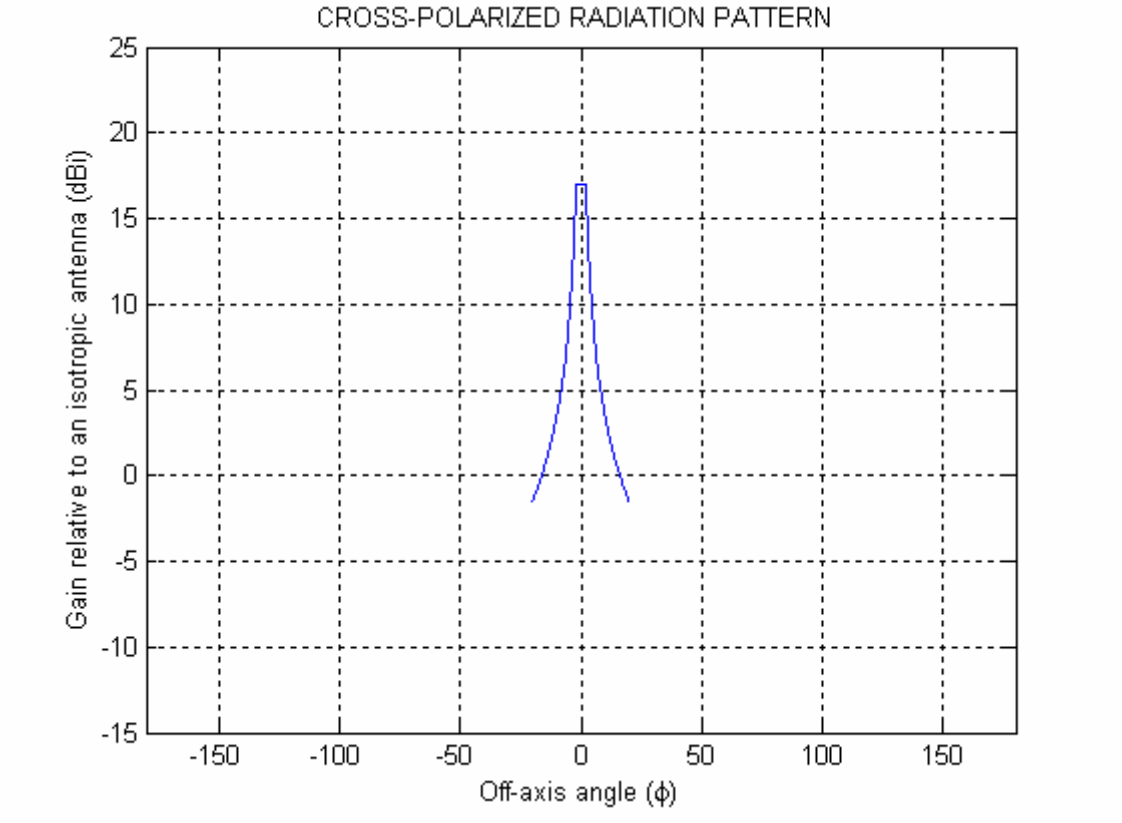
2.2 แบบรูปการแผ่พลังงานข้ามขั้ว (Cross-polarized Radiation Pattern)

ค่าอัตราขยายของจานสายอากาศต้องมีค่าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้ เว้นแต่ในส่วนของพูข้าง (side-lobe) ซึ่งอาจมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ไม่เกิน 10% (**รูปที่ 2**)

$$
\begin{aligned}
G_x &= 23 - 20 \log \varphi && \text{dBi} && \text{for} \quad 2^\circ \le \varphi < 7^\circ \\
&= 20.2 - 16.7 \log \varphi && \text{dBi} && \text{for} \quad 7^\circ \le \varphi \le 20^\circ
\end{aligned}
$$



รูปที่ 1 แบบรูปการแผ่พลังงานร่วมขั้ว (CO-POLARIZED RADIATION PATTERN)



รูปที่ 2 แบบรูปการแผ่พลังงานข้ามขั้ว (CROSS-POLARIZED RADIATION PATTERN)

2.3 การแยกแยะโพลาไรเซชันไขว้ (Cross-polarization Discrimination)

ค่าการแยกแยะโพลาไรเซชันไขว้ของจานสายอากาศที่ความถี่วิทยุใช้งานในทิศทางใด ๆ (อัตราส่วนของค่าอัตราขยายในแนวแกนพูคลื่นหลักแบบร่วมขั้ว (co-polar) ต่อค่าอัตราขยายแบบข้ามขั้ว (cross-polar) ในทิศทางนั้น) ภายในรูปทรงกรวยเสมือนซึ่งมีแกนกลางอยู่ตรงแนวแกนพูคลื่นหลักที่ค่ามุมของรูปครึ่งทรงกรวยนั้น (cone half-angle) เท่ากับมุม BPE ต้องมีค่าอย่างน้อยดังต่อไปนี้

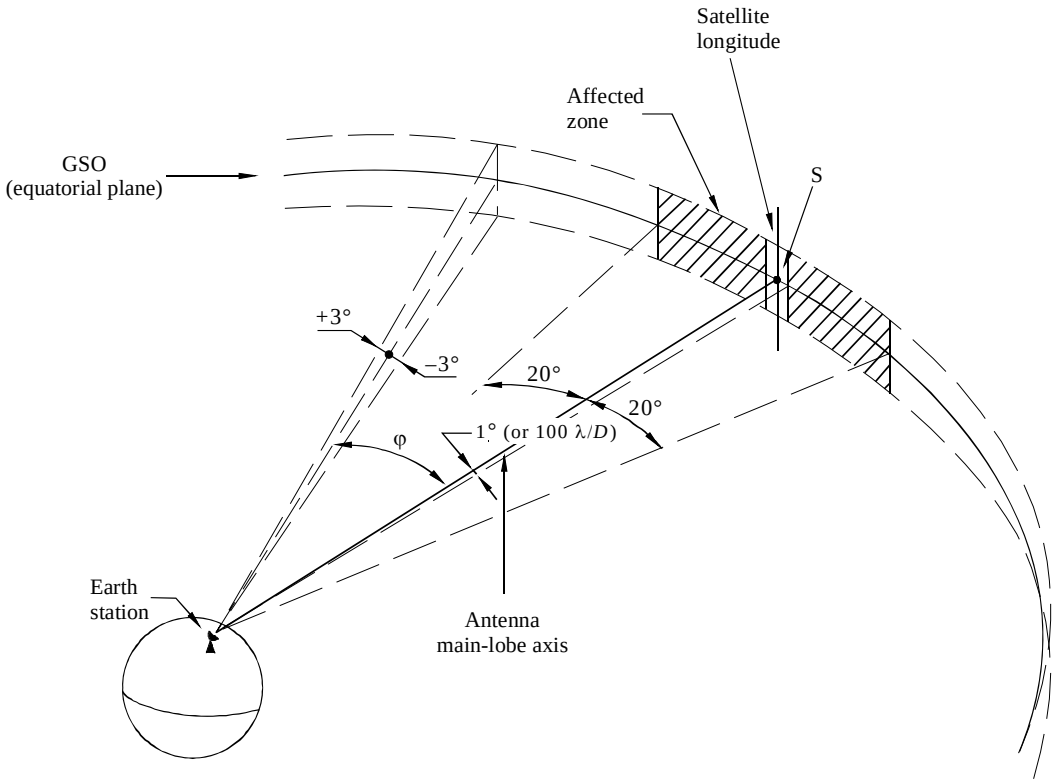
30 dB ในกรณีที่ใช้โพลาไรเซชันเชิงเส้น (linear polarization) หรือ

20 dB ในกรณีที่ใช้โพลาไรเซชันแบบวงกลม (circular polarization)

เมื่อ G, G_x = ค่าอัตราขยายของจานสายอากาศ เทียบกับสายอากาศแบบไอโซโทรปิก หน่วยเป็น dBi (gain relative to an isotropic antenna)

φ = มุมวัดจากแนวแกนในทิศทางการแผ่พลังงานสูงสุดของพูคลื่นหลัก (main-lobe) หน่วยเป็นองศา (off-axis angle in the direction of the GSO referred to the main-lobe axis which is within 3° of the GSO) ดังแสดงให้เห็นใน **รูปที่ 3**

BPE = มุมที่สอดคล้องกับแนวเส้น 1 dB ของรูปแบบการแผ่พลังงานคลื่นวิทยุ (Beam Pointing Error: angle corresponding to the 1 dB contour of the pattern of the transmit beam at the operating frequency) หน่วยเป็นองศา



รูปที่ 3 ส่วนโค้งของวงโคจรของดาวเทียมประจำที่ (GSO ARC)

เอกสารอ้างอิง

[1] Recommendation ITU-R S.580-6: Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites (2003)

[2] Recommendation ITU-R S.465-5: Reference earth-station pattern for use in coordination and interfering assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (1993 with amendments in 2001)

[3] Recommendation ITU-R S.731-1: Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz (2005)

[4] ETSI TS 101 136: Satellite Earth Stations and Systems (SES); Guidance for general purpose earth stations transmitting in the 5,7 GHz to 30,0 GHz frequency bands towards geostationary satellites and not covered by other ETSI specifications or standards (V1.3.1 2001-06)

- สำเนา-

ประกาศกรมไปรษณีย์โทรเลข
เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับจานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน
ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม

ด้วยปรากฏว่าปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกนำระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ใช้วงโคจรดาวเทียมประจำที่ (Geostationary Satellite Orbit : GSO) มาใช้งานอย่างหนาแน่น และมีแนวโน้มว่าในอนาคตความต้องการใช้ดาวเทียมจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ดาวเทียมที่ใช้วงโคจรดังกล่าวมีตำแหน่งอยู่ใกล้เคียงกันยิ่งขึ้น ทำให้การใช้ความถี่วิทยุในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมต่าง ๆ รบกวนซึ่งกันและกันอย่างรุนแรง (Harmful Interference) อันอาจก่อให้เกิดผลเสียหายต่อการใช้ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed-Satellite Service) ภายในประเทศได้ ดังนั้น การใช้จานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน (Earth Station) ที่มีมาตรฐานและคุณภาพสูงจะช่วยขจัดปัญหา ดังกล่าว และตอบสนองให้การใช้วงโคจรดาวเทียมประจำที่และความถี่วิทยุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ฉะนั้น เพื่อขจัดปัญหาความถี่วิทยุรบกวนดังกล่าว อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 11 แห่งพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535 อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลข จึงเห็นสมควรกำหนดเงื่อนไขการทำ นำเข้า และใช้จานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมดังนี้

1. ต้องใช้จานสายอากาศที่มีข้อกำหนดทางวิชาการ ดังต่อไปนี้

1.1 จานสายอากาศรับ-ส่งของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินในกิจการประจำที่ผ่าน

/ ดาวเทียม...

ดาวเทียมจะต้องมีค่าทวีกำลัง (Gain) ของ Side Lobe อย่างน้อย 90 % ไม่เกินค่าดังนี้

$G = 29 - 25 \log \varphi$ dBi สำหรับ $2^\circ \leq \varphi \leq 20^\circ$

$G = -3.5$ dBi สำหรับ $20^\circ < \varphi \leq 26.3^\circ$

$G = 32 - 25 \log \varphi$ dBi สำหรับ $26.3^\circ < \varphi \leq 48^\circ$

$G = -10$ dBi สำหรับ $\varphi > 48^\circ$

ในที่นี้

G คือ ค่าทวีกำลังของจานสายอากาศรับ-ส่งเทียบกับสายอากาศ Isotropic หน่วยเป็น dBi

φ คือ มุมวัดจากแนวแกนในทิศทางการแผ่คลื่นวิทยุมีค่าสูงสุดของ Main Lobe หน่วยเป็น องศา

1.2 ความสามารถในการแยกแยะขั้วคลื่นไขว้ (Cross - Polarization Discrimination) สำหรับขั้วคลื่นเชิงเส้น (Linear Polarization) ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 30 dB ตามแนวแกนในทิศทางการแผ่คลื่นวิทยุมีค่าสูงสุดของ Main Lobe

2. การขออนุญาตให้ทำจานสายอากาศรับ-ส่งในครั้งแรก ผู้ขอจะต้องยื่นขออนุญาตให้ทำจานสายอากาศรับ-ส่งพร้อมแนบเอกสารข้อกำหนดทางวิชาการของจานสายอากาศรับ-ส่ง เมื่อได้ดำเนินการทำจานสายอากาศรับ-ส่งแล้วเสร็จ ให้ผู้ได้รับอนุญาตเสนอผลการทดสอบจานสายอากาศรับ-ส่งตามข้อกำหนดทางวิชาการพร้อมรูปแบบการแผ่คลื่นวิทยุ (Radiation Pattern) ของจานสายอากาศรับ-ส่งดังกล่าวให้กรมไปรษณีย์โทรเลขพิจารณา หากปรากฏว่าผลการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิชาการของประกาศนี้ กรมไปรษณีย์โทรเลขจะอนุญาตหรือเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตจะออกใบอนุญาตให้ทำจานสายอากาศรับ-ส่งดังกล่าวเพื่อการสำรองจำหน่ายหรือใช้งานภายในราชอาณาจักรต่อไป

3. การขออนุญาตให้นำเข้าจานสายอากาศรับ-ส่งในครั้งแรก ผู้ขอจะต้องยื่นขออนุญาตให้นำเข้าจานสายอากาศรับ-ส่งพร้อมแนบเอกสารข้อกำหนดทางวิชาการและผลการทดสอบรูปแบบการแผ่คลื่นวิทยุ (Radiation Pattern) ของจานสายอากาศจากโรงงานผู้ผลิตและ/หรือจากสถาบันมาตรฐานที่กรมไปรษณีย์โทรเลขเชื่อถือได้ หากปรากฏว่าผลการตรวจสอบเป็นไปตาม

/ ข้อกำหนด...

ข้อกำหนดทางวิชาการของประกาศนี้ กรมไปรษณีย์โทรเลขจะอนุญาตหรือเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตจะออกใบอนุญาตให้นำเข้าจานสายอากาศรับ-ส่งดังกล่าวเพื่อสำรองจำหน่ายหรือใช้งานภายในราชอาณาจักรต่อไป

4. ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับในกรณีดังต่อไปนี้

4.1 จานสายอากาศของอุปกรณ์รับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO)

4.2 จานสายอากาศรับ-ส่งซึ่งได้รับอนุญาตหรือใบอนุญาตให้ทำหรือให้นำเข้า หรือยังไม่ได้รับอนุญาตหรือใบอนุญาตดังกล่าวแต่ได้มีการทำสัญญาหรือมีข้อผูกพันกันไว้แล้ว ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ทั้งนี้ ให้ใช้จานสายอากาศรับ-ส่งนั้นได้ต่อไปจนกว่าจะหมดอายุการใช้งาน

5. หากกรมไปรษณีย์โทรเลขพบว่า ผู้ได้รับอนุญาตหรือผู้ได้รับใบอนุญาตไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าว กรมไปรษณีย์โทรเลขจะยกเลิกการอนุญาตหรือเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตจะเพิกถอนใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง

6. ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

(ลงชื่อ) กิตติ อยู่โพธิ์

(นายกิตติ อยู่โพธิ์)

อธิบดีกรมไปรษณีย์โทรเลข

หมายเหตุ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 22 ง ลงวันที่ 18 มีนาคม 2540

สำเนาถูกต้อง

(นายองอาจ เรืองรุ่งโสม)

วิศวกรไฟฟ้าสื่อสาร 6

28 กุมภาพันธ์ 2540

RECOMMENDATION ITU-R S.580-6

Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites

(Question ITU-R 42/4)

(1982-1986-1990-1992-1993-1994-2003)

The ITU Radiocommunication Assembly,

considering

a) that efficient utilization of the radio spectrum is a primary factor in the management of the geostationary-satellite orbit (GSO);

b) that the side-lobe characteristic of earth-station antennas is one of the main factors in determining the minimum spacing between satellites and therefore the extent to which the radio spectrum can be efficiently employed;

c) that the radiation diagram of antennas directly affects both the e.i.r.p. outside the main radiation axis and the power received by the side lobes;

d) that the construction of antennas with improved side-lobe characteristics may be envisaged using current design techniques but that their practical applications may involve increase in cost;

e) that the Radiocommunication Study Groups are studying the potential advantages of using antennas with improved side-lobe characteristics for a better utilization of the GSO,

recommends

1 that new antennas of an earth station operating with a geostationary satellite should have a design objective such that the gain, G, of at least 90% of the side-lobe peaks does not exceed:

$$G = 29 - 25 \log \varphi \qquad \text{dBi}$$

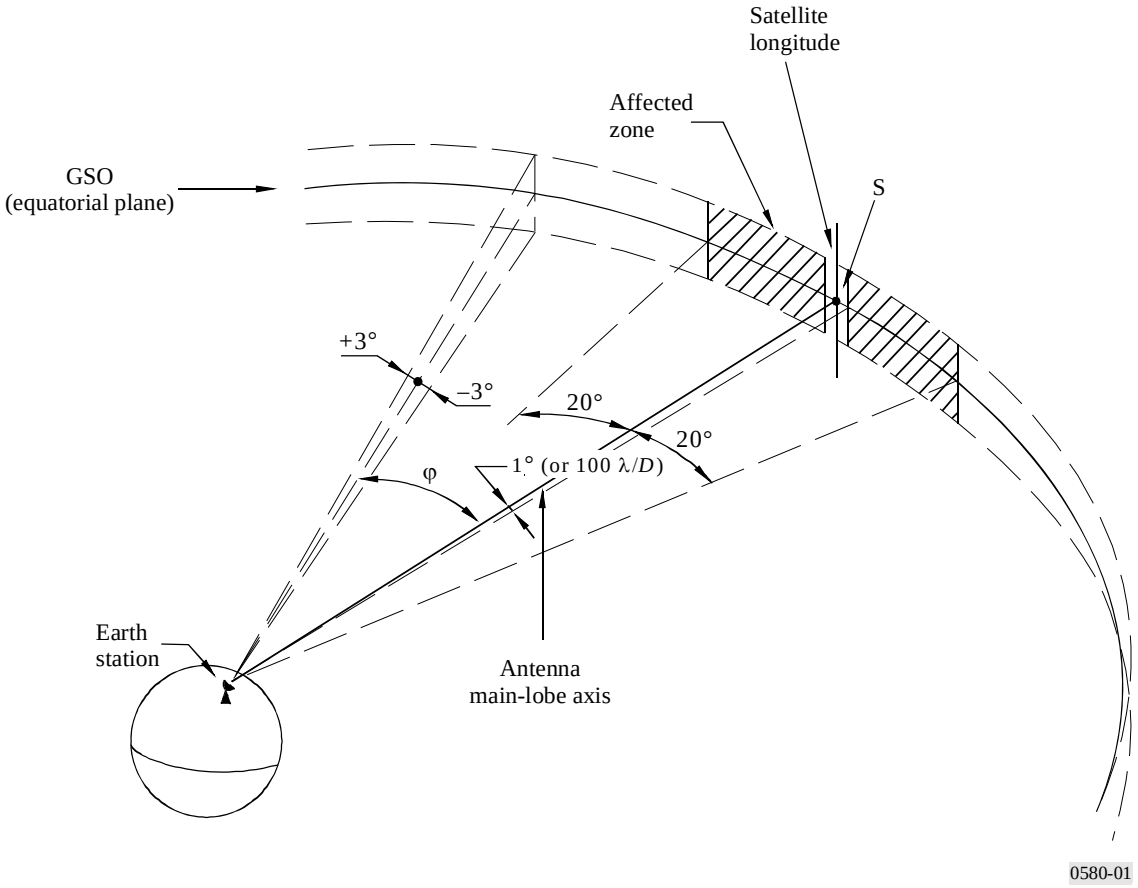
(G being the gain relative to an isotropic antenna and φ being the off-axis angle in the direction of the GSO referred to the main-lobe axis).

This requirement should be met for φ between 1° or ($100\ \lambda/D$) whichever is the greater and 20° for any off-axis direction which is within 3° of the GSO;

2 for an off-axis angle, φ, greater than the limits specified above, Recommendation ITU-R S.465 should be used as a reference (see Note 5);

FIGURE 1

Example of a zone around the GSO to which the design objective for earth-station antennas applies



3 that the following Notes should be considered part of this Recommendation.

NOTE 1 – This Recommendation primarily addresses the GSO sharing criteria. However, it must be emphasized that the application of this Recommendation should not prejudice the antenna characteristics concerned with frequency coordination between the FSS and terrestrial services (see Recommendation ITU-R S.465).

NOTE 2 – When asymmetric beam or asymmetric aperture antennas are used, the side-lobe radiation in the direction of the GSO can be reduced if the minor axis of the beam (major axis of the antenna aperture) is oriented so that it is parallel to the GSO arc. In this case, the alignment of the antenna aperture axes relative to the GSO arc would facilitate the compliance with *recommends* 1 in the affected zone around the GSO arc as indicated in Fig. 1:

– for the aperture minor axis plane, Recommendation ITU-R S.465 should be complied with for any off-axis angle φ beyond 1° or (100 λ/D_e), whichever is the greater but not exceeding 3°, where D_e is provisionally defined as the circular equivalent diameter using the aperture area of the asymmetric aperture antenna as given below:

$$D_e = \sqrt{4A/\pi}$$

where A is the aperture area of the asymmetrical antenna;

– for the aperture major axis plane, *recommends* 1 should be complied with for any off-axis angle φ beyond 1° or (100 λ/D_e), whichever is the greater but not exceeding 2°, where D_e is provisionally defined above.

NOTE 3 – This Recommendation applies to antennas with D/λ greater than or equal to 50. Further studies are required to determine a design objective for circular aperture antennas having a D/λ less than 50, and also to confirm the definition of D_e for the asymmetric aperture antennas.

NOTE 4 – The method of statistical processing of side-lobe peaks is dealt with in Recommendation ITU-R S.732.

NOTE 5 – In those cases where there is discontinuity between this design objective Recommendation and the reference radiation patterns of Recommendation ITU-R S.465, the gain, G, of at least 90% of the side-lobe peak is defined as follows:

$$G = -3.5 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 20° < \varphi \leq 26.3°$$

NOTE 6 – For the analysis of an antenna pattern for angles φ not specified in this Recommendation, additional mathematical expressions from Appendix 7 of the Radio Regulations may be used as a reference to represent the radiation pattern limits for φ less than 1° or (100 λ/D), whichever is the greater. Further study is required to define the most adequate expressions for this purpose.

NOTE 7 – Small earth-station antennas with improved main beam and side-lobe characteristics are being developed. It is indicated that the efficient use of the GSO may necessitate reflecting these improved characteristics in the ITU Radiocommunication Assembly texts and Recommendations.

NOTE 8 – The performance objectives in § 1 have been met by off-set-fed type antennas operating in the 10-14 GHz with $D/\lambda \geq 35$ and by off-set-fed type receive only antennas operating in the 10.7-11.7 GHz band with $D/\lambda \geq 22$.

NOTE 9 – Theoretical calculations supported by preliminary test results of the side-lobe radiation pattern, in the diagonal plane, for square microstrip array antennas with $D/\lambda \cong 26$ meet the current design objective of § 1. These tests were performed on an active array in the 14 GHz band. Further studies are required to confirm that this design objective can be applied to square microstrip phased array antennas.

RECOMMENDATION ITU-R S.465-5*

Reference earth-station radiation pattern for use in coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz

(1970-1974-1986-1990-1992-1993)

The ITU Radiocommunication Assembly,

considering

a) that, for coordination studies and for the assessment of mutual interference between radiocommunication-satellite systems and between earth stations of such systems and stations of other services sharing the same frequency band, it may be necessary to use a single radiation pattern for the earth-station antenna;

b) that, for the determination of coordination distance and for the assessment of interference between earth and terrestrial stations, a radiation pattern based on the level exceeded by a small percentage of the side-lobe peaks may be appropriate;

c) that, for coordination studies and for the assessment of interference between earth stations and space stations, a radiation pattern for the region near the main beam based on the envelope of the peak power of the side lobes in this region may be appropriate;

d) that, at angles relative to the axis of the main beam where effects peculiar to the particular feed system used do not contribute appreciably to the power in the side lobes, the radiation patterns for numerous existing earth-station antennas show only moderate scatter about a simple generalized radiation pattern, at least within the frequency range 2-30 GHz;

e) that, for systems of the Cassegrain type over the range of angles relative to the axis of the main beam where contributions to the side-lobe power occur primarily as a result of spill-over, the patterns of a number of existing antennas also show reasonable agreement;

f) that, at large angles, the likelihood of local ground reflections must be considered;

g) that the use of antennas with the best achievable radiation patterns will lead to the most efficient use of the radio-frequency spectrum and the geostationary-satellite orbit,

recommends

1 that, in the absence of particular information concerning the radiation pattern of the antenna for the earth station involved, a single reference radiation pattern should be used for:

1.1 coordination studies and interference assessment between earth stations in the fixed-satellite service and stations of other services sharing the same frequency band;

---

* Radiocommunication Study Group 4 made editorial amendments to this Recommendation in 2001 in accordance with Resolution ITU-R 44 (RA-2000).

1.2 coordination studies and interference assessment between systems in the fixed-satellite service;

2 that subject to Notes 4 and 5, the following reference radiation patterns should be adopted for angles between the direction considered and the axis of the main beam at least for frequencies in the range 2-30 GHz:

$$G = 32 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } \varphi_{min} \leq \varphi < 48°$$

$$= -10 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 48° \leq \varphi \leq 180°$$

where $\varphi_{min} = 1°$ or $100\ \lambda/D$ degrees, whichever is the greater.

NOTE 1 – The reference radiation pattern should be assumed to be rotationally symmetrical.

NOTE 2 – The reference radiation pattern should be used with caution over the range of angles for which the particular feed system may give rise to relatively high levels of spill-over, and for antennas with D/λ less than 50.

NOTE 3 – For the purpose of determining the maximum permissible levels of interference in Recommendations ITU-R S.466, ITU-R S.483, ITU-R S.523 and ITU-R S.735, receiving earth-station antenna reference patterns no worse than stated in those Recommendations should apply.

NOTE 4 – For earth-station antennas with $D/\lambda \leq 100$ in networks coordinated prior to 1993, the following reference radiation pattern shall apply:

$$G = 52 - 10 \log (D/\lambda) - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } (100\ \lambda/D)° \leq \varphi < 48°$$

$$= 10 - 10 \log (D/\lambda) \quad \text{dBi} \quad \text{for } 48° \leq \varphi \leq 180°$$

NOTE 5 – For the coordination of new earth station receiving antennas with $D/\lambda < 100$, φ_{min} should be the lesser value of $100\ \lambda/D$ or $x°$. A provisional value of 1° to 2.5° has been suggested for x. Further study is required to determine the final value of x within this range.

RECOMMENDATION ITU-R S.731-1

Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz

(1992-2005)

The ITU Radiocommunication Assembly,

considering

a) that, for coordination studies and for the assessment of mutual interference between radiocommunication-satellite systems and between earth stations of such systems and stations of other services sharing the same frequency band, it may be useful to use a cross-polarized radiation pattern for the earth-station antenna;

b) that, for the determination of coordination distance and for the assessment of interference between earth and terrestrial stations, a cross-polarized radiation pattern based on the level exceeded by a small percentage of the side-lobe peaks may be appropriate;

c) that, a reference earth-station co-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment is contained in Recommendation ITU-R S.465;

d) that some measurements have been made of the cross-polarized off-axis gain performance of earth stations and radiation patterns have been developed which are quantitively similar;

e) that a single cross-polarized off-axis reference pattern can be used which includes those contained in Annex 1;

f) that the use of antennas with the best achievable radiation patterns will lead to the most efficient use of the radio-frequency spectrum and the geostationary-satellite orbit,

recognizing

1 that further measured information on cross-polarization performance is desirable;

2 that the measured off-axis gain performance of earth-station antennas contains the cross-polarization emission from the source antenna;

3 that the cross-polarized radiation patterns are measured in the main beam of the source antenna,

recommends

1 that, in the absence of particular information concerning the cross-polarized radiation pattern of the antenna for the earth station involved, a single reference radiation pattern may be used for:

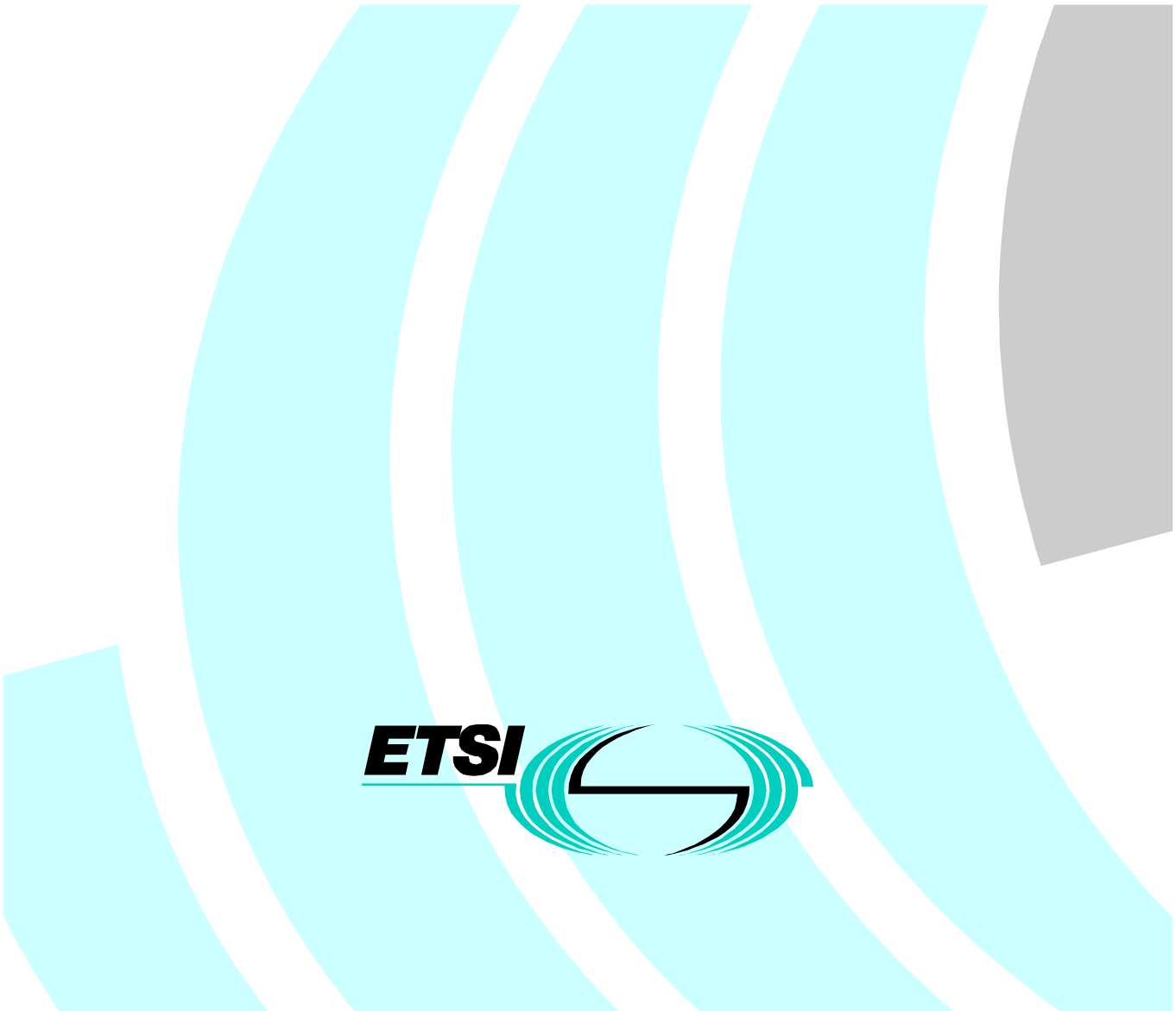
1.1 frequency coordination studies and interference assessment between earth stations in the fixed-satellite services and stations of other services sharing the same frequency band;

1.2 coordination studies and interference assessment between networks in the fixed-satellite service;

ETSI TS 101 136 V1.3.1 (2001-06)

Technical Specification

**Satellite Earth Stations and Systems (SES);
Guidance for general purpose earth stations transmitting in the 5,7 GHz to 30,0 GHz frequency bands towards geostationary satellites and not covered by other ETSI specifications or standards**



Reference
RTS/SES-00055

Keywords
earth station, regulation, satellite

ETSI

650 Route des Lucioles
F-06921 Sophia Antipolis Cedex - FRANCE

Tel.: +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C
Association à but non lucratif enregistrée à la
Sous-Préfecture de Grasse (06) N° 7803/88

Important notice

Individual copies of the present document can be downloaded from:
http://www.etsi.org

The present document may be made available in more than one electronic version or in print. In any case of existing or perceived difference in contents between such versions, the reference version is the Portable Document Format (PDF). In case of dispute, the reference shall be the printing on ETSI printers of the PDF version kept on a specific network drive within ETSI Secretariat.

Users of the present document should be aware that the document may be subject to revision or change of status. Information on the current status of this and other ETSI documents is available at http://www.etsi.org/tb/status/

If you find errors in the present document, send your comment to:
editor@etsi.fr

Copyright Notification

No part may be reproduced except as authorized by written permission.
The copyright and the foregoing restriction extend to reproduction in all media.

© European Telecommunications Standards Institute 2001.
All rights reserved.

Contents

Intellectual Property Rights 4
Foreword 4
Introduction 4
1 Scope 5
2 References 6
3 Definitions and abbreviations 6
3.1 Definitions 6
3.2 Abbreviations 7
4 Radio Frequency (RF) 8
4.1 Off-axis EIRP emission density 8
4.1.1 Purpose 8
4.1.2 Specification 1: Emission limits for analogue transmissions of GPES 8
4.1.3 Specification 2: Emission limits for digital transmissions of GPES 8
4.1.3.1 General 8
4.1.3.2 Transmit frequency bands below 18,4 GHz 8
4.1.3.3 Transmit frequency bands above 27,5 GHz 9
4.1.4 Measurement guidelines 10
4.2 Off-axis spurious radiation 11
4.2.1 Purpose 11
4.2.2 Transmit frequency band 5,725 GHz to 7,075 GHz 11
4.2.3 Transmit frequency band 10,7 GHz to 11,7 GHz 12
4.2.4 Transmit frequency band 12,75 GHz to 14,5 GHz 12
4.2.5 Transmit frequency band 17,3 GHz to 18,4 GHz 13
4.2.6 Transmit frequency band 27,5 GHz to 30,0 GHz 13
4.2.7 Measurement guidelines 14
Annex A (informative): Antenna guidelines 15
A.1 General 15
A.2 Co-polar pattern of a Class Sxx antenna 15
A.3 Cross-polar pattern of a Class Sxx antenna 16
A.4 Cross-polar discrimination of a Class Cyy antenna 16
Annex B (informative): Off-axis spurious radiation limits 17
B.1 General 17
B.2 Requirements for the protection of terrestrial equipment 17
Annex C (informative): Bibliography 18
History 19

Intellectual Property Rights

IPRs essential or potentially essential to the present document may have been declared to ETSI. The information pertaining to these essential IPRs, if any, is publicly available for **ETSI members and non-members**, and can be found in ETSI SR 000 314: *"Intellectual Property Rights (IPRs); Essential, or potentially Essential, IPRs notified to ETSI in respect of ETSI standards"*, which is available from the ETSI Secretariat. Latest updates are available on the ETSI Web server (http://www.etsi.org/ipr).

Pursuant to the ETSI IPR Policy, no investigation, including IPR searches, has been carried out by ETSI. No guarantee can be given as to the existence of other IPRs not referenced in ETSI SR 000 314 (or the updates on the ETSI Web server) which are, or may be, or may become, essential to the present document.

Foreword

This Technical Specification (TS) has been produced by ETSI Technical Committee Satellite Earth Stations and Systems (SES).

Introduction

The present document applies to General Purpose Earth Stations (GPES) which could be capable of:

- providing the exchange and/or distribution of telephony-, television-, audio-signals and/or data between users; and/or
- performing the execution of Telemetry, Tracking, Command and Monitoring (TTC&M) functions; and/or
- interfacing to public networks (e.g. PSTN, PSPDN, ISDN).

The present document is intended to give guidance in order to protect other users of the frequency spectrum, both satellite and terrestrial, from unacceptable interference. The specifications in the present document have been determined in order to effectively use the spectrum allocated to terrestrial/space radio communications and orbital resources so as to avoid harmful interference.

However, for some GPES, it is recognized that relaxations of the specified limits may be necessary and may be accepted, taking into account the particular environment of the GPES installation on a case-by-case basis.

The determination of the parameters of the GPESs using a given geo-stationary satellite, for the protection of the spectrum allocated to that satellite, is considered to be under the responsibility of the satellite operator or the satellite network operators.

The present document is limited to radio frequency (RF) parameters and does not contain specifications for any control and monitoring functions (CMF) that may be required to protect other users of the spectrum.

The present document does not contain any recommendation or information about the installation or operation of the GPES.

1 Scope

The present document is applicable to General Purpose Earth Stations (GPESs) not covered by other ETSI specifications or standards.

The present document is intended to provide guidance for compliance of GPESs with the Radio and Telecommunications Terminal Equipment directive [1] requirements for the protection of other services from harmful interference. However, for some GPES, it is recognized that relaxation of the specified limits may be necessary and may be accepted, taking into account the particular environment of the GPES installation on a case-by-case basis.

NOTE 1: More stringent specifications may be needed and required by satellite operators.

NOTE 2: A GPES will be subject to a site clearance and a standard frequency co-ordination process.

The present document is applicable to GPESs which have the following characteristics:

- GPESs designed to transmit in all or part of any of the applicable frequency bands allocated to the Fixed Satellite Service (FSS),including feeder links for the Broadcast Satellite Service (BSS), as defined in table 1; and
- GPESs designed to operate through geostationary satellites with a typical orbital separation as defined in table 1 away from any other geostationary satellite operating in the same frequency band and covering common areas; and
- GPESs designed for operation at a fixed location; and
- GPESs designed for attended operation.

Table 1: Transmit frequency bands

Transmit frequency bands	Typical orbital separation
5,725 GHz - 7,075 GHz	3°
10,7 GHz - 11,7 GHz	3°
12,75 GHz - 14,50 GHz	3°
17,30 GHz - 18,40 GHz	3°
27,50 GHz - 30,00 GHz	2°

A GPES typically comprises six main parts as defined in clause 3.1.

The present document does not contain any recommendation or information about the method of modulation.

The present document applies to the GPES with its various equipment, its ancillary equipment and its various terrestrial ports when operated within the boundary limits of the operational environmental profile (including the ranges of humidity, temperature and supply voltage) declared by the applicant.

NOTE 3: Limits for spurious radiation from a GPES when transmitting multiple carriers simultaneously (multicarrier operation) have not been taken into consideration in the present document.

2 References

The following documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of the present document.

- References are either specific (identified by date of publication and/or edition number or version number) or non-specific.
- For a specific reference, subsequent revisions do not apply.
- For a non-specific reference, the latest version applies.

[1] Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity.

[2] IEC 60510-1-2: "Methods of measurement for radio equipment used in satellite earth stations. Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems. Section Two: Measurements in the r.f. range".

[3] IEC 60510-2-1: "Methods of measurement for radio equipment used in satellite earth stations. Part 2: Measurements of sub-systems. Section One: General - Section Two: Antenna (including feed network)".

[4] ITU-R Recommendation S.524-6: "Maximum permissible levels of off-axis e.i.r.p. density from earth stations in GSO networks operating in the fixed-satellite service transmitting in the 6 GHz, 14 GHz and 30 GHz frequency bands".

[5] ITU-R Recommendation S.732: "Method for statistical processing of earth-station antenna side-lobe peaks".

3 Definitions and abbreviations

3.1 Definitions

For the purposes of the present document, the following terms and definitions apply:

ancillary equipment: Equipment used in connection with a GPES is considered as ancillary if the three following conditions are met:

- the equipment is intended to be used in conjunction with a GPES to provide additional operational and/or control features (e.g. to extend control to another position or location);
- the equipment cannot be used on a stand alone basis, to provide user functions independently of a GPES; and
- the absence of the equipment does not inhibit the operation of the GPES.

applicant: manufacturer or his authorized representative within the European Community or the person responsible for placing the apparatus on the market

cross polarization discrimination: Cross polarization discrimination of an antenna, in a given direction, at a transmit or receive frequency, is defined in the present document as the ratio of the on-axis co-polar gain to the cross-polar gain in that direction. It is expressed in dB.

General Purpose Earth Station (GPES): It typically comprises six main parts:

1) the antenna sub-system which converts the incident radiation field into a guided wave and vice versa; in addition the antenna sub-system contains the support structure, the de-icing and the tracking equipment;

2) the transmit sub-system, which is composed of the IF equipment, the frequency translation equipment, the high power amplifier(s), the combining equipment and the redundancy switching equipment;

3) the receive sub-system, which consists of the low noise amplifier(s), the frequency translation equipment, the IF- and IF-distribution equipment and/any redundancy switching equipment;

4) the ground communication sub-system, which consists of the modulation and demodulation equipment, either analogue or digital, and the associated baseband equipment;

5) the monitoring and control sub-system;

6) the power sub-system, which consists of any power generation equipment that may be required.

nominated bandwidth: bandwidth of the GPES radio frequency transmission is nominated by the applicant
The nominated bandwidth does not exceed five times the occupied bandwidth.

NOTE: The nominated bandwidth is wide enough to encompass all spectral elements of the transmission which have a level greater than the specified spurious radiation limits. The nominated bandwidth is wide enough to take account of the transmit carrier frequency stability. This definition is chosen to allow flexibility regarding adjacent channel interference levels which will be taken into account by operational procedures depending on the exact transponder carrier assignment situation.

occupied bandwidth (digital modulation): For a digital modulation scheme the frequency width of the signal spectrum is that which is within the limits defined by power density level 10 dB below the maximum inband density.

occupied bandwidth (analogue modulation): For a analogue modulation scheme the width of a frequency band is such that, below the lower and above the upper frequency limits, the mean power emitted is equal to 0,5 % of the total mean power of the emission.

spurious radiation: any radiation outside the nominated bandwidth

3.2 Abbreviations

For the purposes of the present document, the following abbreviations apply:

BSS	Broadcast Satellite Service
CMF	Control and Monitoring Functions
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power
ES	Earth Station
FSS	Fixed Satellite Service
GPES	General Purpose Earth Station
GSO	Geostationary Satellite Orbit
IF	Intermediate Frequency
ISDN	Integrated Service Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
PSK	Phase Shift Keying
PSPDN	Public Switched Packet Data Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
RF	Radio Frequency
SCPC	Single Channel Per Carrier
TTC&M	Telemetry, Tracking, Command and Monitoring

4 Radio Frequency (RF)

4.1 Off-axis EIRP emission density

4.1.1 Purpose

For the protection of other satellite (uplink) systems.

4.1.2 Specification 1: Emission limits for analogue transmissions of GPES

The following limits are applicable to analogue transmissions of GPES.

For the GPES emissions, the maximum EIRP emission density in any direction should not exceed the limits recommended in ITU-R Recommendation S.524-6 [4].

4.1.3 Specification 2: Emission limits for digital transmissions of GPES

4.1.3.1 General

The following limits are applicable to digital transmissions of GPES.

4.1.3.2 Transmit frequency bands below 18,4 GHz

For any GPES designed to transmit in a frequency band below 18,4 GHz, for any angle Φ which is 2,5° or more off the main lobe axis of the GPES, the maximum EIRP emission density in any direction within 3° of the GSO arc should not exceed the limits in table 2.

Additionally, for any GPES designed to transmit within the frequency band from 12,75 GHz to 14,50 GHz, the maximum EIRP density in any direction 3° or more away from the GSO arc should not exceed the limits in table 2 by more than 3 dB.

Table 2: Maximum EIRP emission density for GPES designed to transmit in bands below 18,4 GHz

Frequency range	**5,725 GHz to 7,075 GHz**	**5,725 GHz to 7,075 GHz**	**10,7 GHz to 11,7 GHz and 12,75 GHz to 14,50 GHz**	**17,30 GHz to 18,40 GHz**
Type of transmission	**Any**	**Voice-activated telephony SCPC/PSK systems**	**Any**	**Any**
Measurement bandwidth	**4 kHz**	**40 kHz**	**40 kHz**	**40 kHz**
Co-polar component:				
$2,5° \leq \Phi \leq 7°$	$32 – 25 \log \Phi$ dBW	$45 – 25 \log \Phi$ dBW	$39 – 25 \log \Phi$ dBW	$39 – 25 \log \Phi$ dBW
$7° \leq \Phi \leq 9,2°$	11 dBW	$45 – 25 \log \Phi$ dBW	18 dBW	18 dBW
$9,2° \leq \Phi \leq 48°$	$35 – 25 \log \Phi$ dBW	$45 – 25 \log \Phi$ dBW	$42 – 25 \log \Phi$ dBW	$42 – 25 \log \Phi$ dBW
$> 48°$	–7 dBW	3 dBW	0 dBW	0 dBW

Where Φ is the angle, in degrees, between the antenna main beam axis and the direction considered.

For non-continuous transmission, the above limits may not apply for a specific portion of each burst as declared by the applicant. This excluded portion shall not exceed 50 µs or 10 % of the burst, whichever is the smaller.

The excluded portion shall have characteristics similar to the remaining part of the burst:

- same symbol rate and modulation; and
- same or lower maximum amplitude.

For systems in which more than one Earth Station (ES) is expected to transmit simultaneously in the same frequency band, e.g. for systems employing CDMA, the maximum EIRP values above should be decreased by 10 log (N) dB, where N is the number of ESs in the receive beam of the satellite to which these ESs are communicating and which are expected to transmit simultaneously in the same frequency band within that beam. This number should be declared by the applicant.

NOTE 1: N = 1 in a FDMA or TDMA system.

NOTE 2: The declared value of N should take account of all ES that can contribute, both GPES and other (non-GPES) ESs.

In the case of GPESs employing uplink power control, the above limits shall apply under clear-sky conditions and these limits include all additional margins above the minimum clear-sky level necessary for the implementation of uplink power control. For GPESs implementing uplink power control, the above limits may be exceeded by up to A dB during fade conditions, where A is the attenuation of the transmit signal relative to clear sky conditions.

The uplink power control shall be subject to the following additional requirement:

- The value of A shall not exceed 10 dB.

For GPESs operating in GSO networks in the FSS operating in the 12,75 to 13,25 GHz and 13,75 to 14,5 GHz frequency bands, the above limits may be exceeded by telecommand and ranging carriers transmitted to GSO-FSS satellites in both normal and emergency modes of telecommand operation. The amount by which these levels may be exceeded when operating in normal mode is 16 dB.

4.1.3.3 Transmit frequency bands above 27,5 GHz

For the protection of other satellite (uplink) systems for any GPES designed to transmit in a band above 27,5 GHz, for any angle Φ which is 1,8° or more off the GPES antenna main lobe axis, the maximum EIRP emission density in any direction within 3° of the GSO should not exceed the limits in table 3.

Additionally, for any GPES designed to transmit within the frequency band from 29,5 GHz to 30 GHz the maximum EIRP emission density in any direction 3° or more away from the GSO arc should not exceed the limits in table 3 by more than 3 dB.

Table 3: Maximum EIRP emission density for GPES designed to transmit in bands above 27,5 GHz

Frequency range	**27,5 GHz to 30,0 GHz (note 1)**
Measurement bandwidth	**40 kHz**
Co-polar component:	
$1,8° \le \Phi \le 7°$	$19 - 25 \log \Phi$ dBW
$7° \le \Phi \le 9,2°$	–2 dBW
$9,2° \le \Phi \le 48°$	$22 - 25 \log \Phi$ dBW
$> 48°$	–10 dBW

Where Φ is the angle, in degrees, between the main beam axis and the direction considered, and N is as defined below.

For systems in which more than one Earth Station (ES) is expected to transmit simultaneously in the same frequency band, e.g. for systems employing CDMA, the maximum EIRP values above should be decreased by 10 log (N) dB, where N is the number of ESs in the receive beam of the satellite to which these ESs are communicating and which are expected to transmit simultaneously in the same frequency band within that beam. This number should be declared by the applicant.

NOTE 1: N = 1 in a FDMA or TDMA system.

NOTE 2: The declared value of N should take account of all ESs that can contribute, both GPES and other (non-GPES) ESs.

For non-continuous transmission, the above limits may not apply for a specific portion of each burst as declared by the applicant. This excluded portion shall not exceed 50 µs or 10 % of the burst, whichever is the smaller.

The excluded portion shall have characteristics similar to the remaining part of the burst:

- same symbol rate and modulation; and
- same or lower maximum amplitude.

In the case of GPESs employing uplink power control, the above limits, for co-polar and cross-polar components, shall apply under clear-sky conditions and these limits include all additional margins above the minimum clear-sky level necessary for the implementation of uplink power control. For GPESs implementing uplink power control, the above limits may be exceeded by up to A dB during fade conditions, where A is the attenuation of the transmit signal relative to clear sky conditions.

The uplink power control shall be subject to the following additional requirement:

- The value of A shall not exceed 20 dB.

GPESs operating in the 27,5 to 30,0 GHz frequency band should be designed in such a manner that 90 % of their peak off-axis EIRP density levels do not exceed the above limits. The statistical processing of the off-axis EIRP density peaks should be dealt with using the method given in ITU-R Recommendation S.732 [5].

NOTE 3: Further study is needed to determine the off-axis angular range over which the peak off-axis EIRP density levels may be permitted to exceed the above limits, taking into account the interference level into adjacent satellites, in accordance with note 15 of ITU Recommendation S.524-6 [4].

For GPESs with low elevation angles, the above limits may be exceeded by the following amount:

Elevation angle to GSO (∅)	Increase in EIRP density (dB)
∅ ≤ 5°	2,5 dB
5° < ∅ ≤ 30°	0,1(25 - ∅) + 0,5 dB

NOTE 4: Further study is needed to determine the amount by which these limits may be exceeded for GPESs operating and ranging carriers in the 27,5 to 30,0 GHz frequency band in accordance with note 19 of ITU-R Recommendation S.524-6 [4].

4.1.4 Measurement guidelines

Conformance should be determined from:

- measurement of maximum RF power density entering the antenna feed;
- measurement and/or provision of antenna co-polar transmit gain pattern; to be provided by the applicant.

The applicant may select the appropriate test procedure.

The measurement of the RF power density should be made in accordance with IEC 60510-1-2 [2], clause 5.2.2.2. The measuring instrument should be a spectrum analyser. The measurements should be performed at three frequencies (low, middle, high) within the transmit frequency band. The measurement of the transmit gain patterns should be made in accordance to IEC 60510-2-1 [3] clause 8, or any other recognized method that can be shown to give similar results.

For antennas with adjustment ranges of less than ±15° conformance testing may be limited to the range of off-axis angles up to ±10°.

If satellites for verification measurement are used then the angular ranges may be limited to ±15° in azimuth and ±10° in elevation. Care shall be taken to ensure that the on-axis EIRP density of the radiated test signal never exceeds the EIRP density limits of interference towards adjacent satellites.

4.2 Off-axis spurious radiation

4.2.1 Purpose

To limit the level of interference to terrestrial and satellite radio services in the frequency bands outside the nominated bandwidth.

NOTE 1: Additional guidelines on the derivation of these limits is given in annex B.

4.2.2 Transmit frequency band 5,725 GHz to 7,075 GHz

With the carrier on, the off-axis spurious EIRP for any GPES designed to transmit in the band 5,725 GHz to 7,075 GHz should not exceed the limits in table 4 for all off-axis angles greater than 11°.

Table 4: Limits of spurious radiation for GPES designed to transmit in the frequency band 5,725 GHz to 7,075 GHz

49 dBpW	in any 100 kHz band	In the range 1,0 GHz to 3,4 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	In the range 3,4 GHz to 5,475 GHz
98 dBpW (note 1)	in any 10 MHz band	In the range 5,475 GHz to 5,725 GHz
98 dBpW (note 1)	in any 10 MHz band	In the range 7,075 GHz to 7,325 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	In the range 7,325 GHz to 10,70 GHz
61 dBpW (note 2)	in any 100 kHz band	In the range 10,70 GHz to 21,2 GHz
67 dBpW	in any 100 kHz band	In the range 21,2 GHz to 40 GHz

NOTE 1: This limit may be exceeded in a frequency band which shall not exceed 50 MHz centred on the carrier frequency, provided that the on-axis EIRP density at the considered frequency is 50 dB below the maximum on-axis EIRP density of the signal (within the nominated bandwidth) expressed in dBW/100 kHz.

NOTE 2: In the frequency band 10,95 GHz to 14,650 GHz, for any 20 MHz band within which one or more spurious signals exceeding the above limit of 61 dBpW/100 kHz are present, then the power of each of those spurious signals exceeding the limit should be added in watts, and the sum should not exceed 78 dBpW.

For GPESs designed to transmit simultaneously several different carriers (multicarrier operation), the above limits should apply to each individual carrier when transmitted alone.

4.2.3 Transmit frequency band 10,7 GHz to 11,7 GHz

With the carrier on, the off-axis spurious EIRP from a GPES transmitting in the frequency band from 10,7 GHz to 11,7 GHz should not exceed the limits in table 5 for all off-axis angles greater than 7°.

Table 5: Limits of spurious radiation for GPES designed to transmit in the frequency band 10,7 GHz to 11,7 GHz

49 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 1,0 GHz to 3,4 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 3,4 GHz to 10,45 GHz
78 dBpW (note 1)	in any 100 kHz band	in the range 10,45 GHz to 11,95 GHz
61 dBpW (note 2)	in any 100 kHz band	in the range 11,95 GHz to 21,2 GHz
67 dBpW (note 2)	in any 100 kHz band	in the range 21,2 GHz to 40 GHz
NOTE 1: This limit may be exceeded in a frequency band which shall not exceed 50 MHz, centred on the carrier frequency, provided that the on-axis EIRP density at the considered frequency is 50 dB below the maximum on-axis EIRP density of the signal (within the nominated bandwidth) expressed in dBW/100 kHz. NOTE 2: In the frequency band 20,9 GHz to 23,9 GHz, for any 20 MHz band within which one or more spurious signals exceeding the above limits of 61 dBpW/100 kHz or 67 dBpW/100 kHz are present, then the power of each of those spurii exceeding the limit should be added in watts, and the sum should not exceed 78 dBpW.		

For GPESs designed to transmit simultaneously several different carriers (multicarrier operation), the above limits should apply to each individual carrier when transmitted alone.

4.2.4 Transmit frequency band 12,75 GHz to 14,5 GHz

With the carrier on, the off-axis spurious EIRP from a GPES transmitting in the frequency band from 12,75 GHz to 14,5 GHz should not exceed the limits in table 6 for all off-axis angles greater than 7°.

Table 6: Limits of spurious radiation for GPES designed to transmit in the frequency band 12,75 GHz to 14,5 GHz

49 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 1,0 GHz to 3,4 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 3,4 GHz to 10,7 GHz
61 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 10,7 GHz to 12,75 GHz
95 dBpW (note 1, 2)	in any 10 MHz band	in the range 14,25 GHz to 14,5 GHz
95 dBpW (note 1)	in any 10 MHz band	in the range 14,5 GHz to 14,75 GHz
61 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 14,75 GHz to 21,2 GHz
67 dBpW (note 3)	in any 100 kHz band	in the range 21,2 GHz to 40 GHz
NOTE 1: This limit may be exceeded in a frequency band which shall not exceed 50 MHz, centred on the carrier frequency, provided that the on-axis EIRP density at the considered frequency is 50 dB below the maximum on-axis EIRP density of the signal (within the nominated bandwidth) expressed in dBW/100 kHz. NOTE 2: In countries where sharing with the Fixed Service does not apply this limit does not apply. NOTE 3: In the frequency band 25,0 GHz to 29,50 GHz, for any 20 MHz band within which one or more spurious signals exceeding the above limit of 67 dBpW/100 kHz are present, then the power of each of those spurii exceeding the limit should be added in watts, and the sum should not exceed 78 dBpW.		

For GPESs designed to transmit simultaneously several different carriers (multicarrier operation), the above limits should apply to each individual carrier when transmitted alone.

4.2.5 Transmit frequency band 17,3 GHz to 18,4 GHz

With the carrier on, the off-axis spurious EIRP from a GPES transmitting in the frequency band from 17,3 GHz to 18,4 GHz should not exceed the limits in table 7 for all off-axis angles greater than 7°.

Table 7: Limits of spurious radiation for GPES designed to transmit in the frequency band 17,3 GHz to 18,4 GHz

49 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 1,0 GHz to 3,4 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 3,4 GHz to 10,7 GHz
61 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 10,7 GHz to 17,05 GHz
88 dBpW	in any 1 MHz band	in the range 17,05 GHz to 17,3 GHz
88 dBpW	in any 1 MHz band	in the range 18,4 GHz to 18,65 GHz
61 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 18,65 GHz to 21,2 GHz
67 dBpW (note 1)	in any 100 kHz band	in the range 21,2 GHz to 40 GHz
NOTE 1: In the frequency band 34,1 GHz to 37,3 GHz, for any 20 MHz band within which one or more spurious signals exceeding the above limit of 67 dBpW/100 kHz are present, then the power of each of those spurii exceeding the limit should be added in watts, and the sum should not exceed 78 dBpW.		

NOTE: The lower limit should apply at the transition frequency.

For GPESs designed to transmit simultaneously several different carriers (multicarrier operation), the above limits should apply to each individual carrier when transmitted alone.

4.2.6 Transmit frequency band 27,5 GHz to 30,0 GHz

With the carrier on, the off-axis spurious EIRP from a GPES transmitting in the frequency band from 27,5 GHz to 30,0 GHz should not exceed the limits in table 8 for all off-axis angles greater than 7°.

Table 8: Limits of spurious radiation for GPES designed to transmit in the band 27,5 GHz to 30,0 GHz

49 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 1,0 GHz to 3,4 GHz
55 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 3,4 GHz to 10,7 GHz
61 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 10,7 GHz to 21,2 GHz
67 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 21,2 GHz to 27,35 GHz
85 dBpW (note 1)	in any 1 MHz band	in the range 27,35 GHz to 27,5 GHz
85 dBpW (note 1, 2)	in any 1 MHz band	in the range 27,5 GHz to 29,5 GHz
85 dBpW (note 1)	in any 1 MHz band	in the range 30 GHz to 30,15 GHz
67 dBpW	in any 100 kHz band	in the range 30,15 GHz to 40 GHz
NOTE 1: This limit may be exceeded in a frequency band which shall not exceed 50 MHz, centred on the carrier frequency, provided that the on-axis EIRP density measured in 100 kHz at the frequency of the considered spurious is 50 dB below the maximum on-axis EIRP density of the signal measured in 100 kHz. NOTE 2: This limit may not apply in frequency bands exclusively designated to FSS in regions where those bands have been adopted.		

NOTE: The lower limit should apply at the transition frequency.

For GPESs designed to transmit simultaneously several different carriers (multicarrier operation), the above limits should apply to each individual carrier when transmitted alone.

4.2.7 Measurement guidelines

Spurious radiation generated by a GPES under operation are measured above the cut-off frequency. The EIRP should be adjusted according to the maximum expected operational figure.

The power of the spurious radiation at the antenna port should be measured according to the measurement method in IEC 60510-1-2 [2], clause 5.2.2.2. The measuring instrument should be a spectrum analyser which should be protected against the main transmission by appropriate means.

The spectrum analyser resolution bandwidth should be set to the specified measuring bandwidth or as close as possible. If the resolution bandwidth is different from the specified measuring bandwidth then bandwidth correction should be performed for the noise-like wide-band spurious emissions.

To obtain the off-axis spurious EIRP the maximum measured antenna transmit gain for off-axis angles greater 11° (for transmit frequencies below 10 GHz) respectively for off-axis angles greater 7° (for transmit frequencies above 10 GHz) shall be added to any figure obtained in the above measurement and any correction or calibration factors summated with the results.

The antenna transmit gain patterns should be measured according to IEC 60510-2-1 [3], clause 8, or any other method, that can be proved to give the same results.

In case there are no measured antenna gain figures available, then the following highest figures should be used:

transmit frequency bands < 10 GHz	3 dBi for $\Phi > 11°$
transmit frequency bands > 10 GHz	8 dBi for $\Phi > 7°$

Annex A (informative): Antenna guidelines

A.1 General

The guidelines specified in this annex are intended to characterize antennas which are supplied as separate components.

A.2 Co-polar pattern of a Class Sxx antenna

The gain G (Φ) in dB relative to an isotropic antenna of the main lobe of a Class Sxx antenna should not exceed the limits given in table A.2 except as noted in this clause.

Table A.2: Co-polar pattern limits

S – 25log(Φ) dBi	$\Phi_{min}° \leq \Phi < \Phi_s°$
–3,5 dBi	$\Phi_s° \leq \Phi < 26,3°$
32 – 25log(Φ) dBi	$26,3° \leq \Phi < 48°$
–10 dBi	$48° \leq \Phi \leq 180°$

where:

Φ The angle, in degrees, between the antenna main beam axis and the direction considered.

$\Phi_{min} = 1,5°$

$\Phi_s = 10 \text{ ^ } ((S+3,5)/25)$ degrees

S = xx for a class Sxx antenna, as declared by the manufacturer (e.g. S = 29 for Class S29 antenna).

The declared value of S should not be greater than 29.

From $\Phi_{min} \leq \Phi \leq 180°$, no side-lobe may exceed the table A.2 limits by more than 3 dB.

From $\Phi_{min} \leq \Phi \leq 7°$ (Region 1), no more than 10 % of the side-lobes may exceed the table A.2 limits. The method of calculation shall be according to ITU-R Recommendation S.732 [5], except that a single angular region as defined above shall be used.

From $7° < \Phi \leq 180°$ (Region 2), no more than 10 % of the side-lobes may exceed the table A.2 limits. The method of calculation shall be according to ITU-R Recommendation S.732 [5], except that a single angular region as defined above shall be used.

Refer to figure A.2 for an illustration of Region 1 and Region 2.

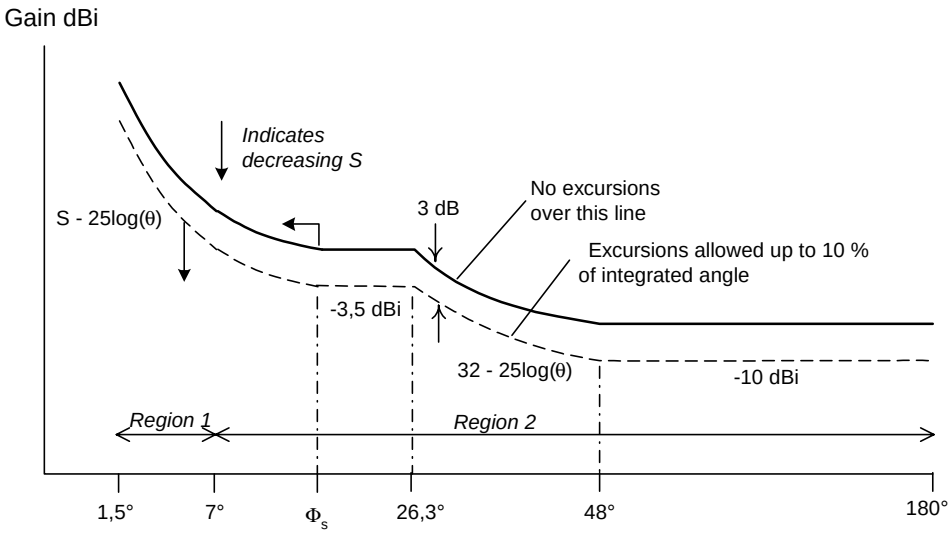


Figure A.2: Region 1 and Region 2

A.3 Cross-polar pattern of a Class Sxx antenna

The cross-polar gain G (Φ) in dB relative to an isotropic antenna of at least 90 % of the peaks should not exceed the limits defined in table A.3.

Table A.3: Cross-polar pattern limits

S – 6 – 25log(Φ) dBi	1,5° ≤ Φ < 7°
S – 8,8 – 16,7log(Φ) dBi	7° ≤ Φ ≤ 9,2°

Where:

Φ and S are as defined in clause A.2.

A.4 Cross-polar discrimination of a Class Cyy antenna

The polarization discrimination of a "Class Cyy" antenna at any transmit frequency shall be at least yy dB everywhere within a cone centred on the main beam axis, with the cone half-angle defined by the Beam Pointing Error (BPE).

EXAMPLE: A Class C35 antenna maintains 35 dB polarization discrimination within the BPE.

The manufacturer shall declare the value of C.

For linear polarization, the declared value of C should not be less than 30 (i.e. Class C30).

For circular polarization, the declared value of C should not be less than 20 (i.e. Class C20).

The Beam Pointing Error (BPE) is defined as the angle corresponding to the 1 dB contour of the pattern of the transmit beam at the operating frequency.

Annex B (informative): Off-axis spurious radiation limits

B.1 General

The limits specified in clause 4.2 may be adapted on a case-by-case basis to the local environment of each GPES. In isolated locations, more relaxed limits should be possible, but more stringent limits may be required in locations in the vicinity of other radio equipment.

The limits specified in clause 4.2 may be exceeded or may have to be lowered for the protection of the terrestrial equipment in the vicinity of the earth station. In any case the applicable limits shall be determined taking into consideration the equipment to consider with their distance, their locations and their antenna gain characteristics.

B.2 Requirements for the protection of terrestrial equipment

The following requirements for the protection of any terrestrial equipment in the vicinity of the transmitting earth station from harmful interference have been determined:

The EIRP density of the spurious radiated by the earth station in any direction at more than 7° from the transmitting earth station antenna main beam axis shall not exceed the following limits:

- 49 dBpW in any 100 kHz bandwidth from 1 GHz to 3,4 GHz
- 55 dBpW in any 100 kHz bandwidth from 3,4 GHz to 10,7 GHz
- 61 dBpW in any 100 kHz bandwidth from 10,7 GHz to 21,2 GHz
- 67 dBpW in any 100 kHz bandwidth from 21,2 GHz to 40 GHz

These limits have been determined such that the interfered equipment receiver noise temperature is increased by no more than 0,1 dB at the frequency f of the spurious, when the interferer is at a specific distance d from the interfered system and when it is located in a direction where the antenna gain of the interfered system has a specific value Gr.

These limits have been determined for the typical configurations given in table B.2.

Table B.2: Typical configurations

EIRP density	f	Gr	d
49 dBpW in any 100 kHz	3,4 GHz	-10 dBi	95 m
49 dBpW in any 100 kHz	3,4 GHz	0 dBi	300 m
55 dBpW in any 100 kHz	3,4 GHz	-10 dBi	190 m
55 dBpW in any 100 kHz	3,4 GHz	0 dBi	600 m
55 dBpW in any 100 kHz	10,7 GHz	-10 dBi	95 m
55 dBpW in any 100 kHz	10,7 GHz	0 dBi	300 m
61 dBpW in any 100 kHz	10,7 GHz	-10 dBi	190 m
61 dBpW in any 100 kHz	10,7 GHz	0 dBi	600 m
61 dBpW in any 100 kHz	21,2 GHz	-10 dBi	95 m
61 dBpW in any 100 kHz	21,2 GHz	0 dBi	300 m
67 dBpW in any 100 kHz	21,2 GHz	-10 dBi	190 m
67 dBpW in any 100 kHz	21,2 GHz	0 dBi	600 m
67 dBpW in any 100 kHz	40,0 GHz	-10 dBi	95 m
67 dBpW in any 100 kHz	40,0 GHz	0 dBi	300 m

Annex C (informative): Bibliography

- ITU-R: "Radio Regulations".
- ITU-R Recommendation S.731: "Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz".
- ITU-R Recommendation S.580-5: "Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites".

History

Document history		
V1.1.1	December 1997	Publication
V1.3.1	June 2001	Publication

2 that the following cross-polarized radiation pattern may be used on an interim basis for angles between the directions considered and the axis of the main beam, for frequencies in the range 2-30 GHz:

$G_x(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi$	dBi	for $\varphi_r \leq \varphi \leq 7°$
$G_x(\varphi) = 20.2 - 16.7 \log \varphi$	dBi	for $7° < \varphi \leq 26.3°$
$G_x(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi$	dBi	for $26.3° < \varphi \leq 48°$
$G_x(\varphi) = -10$	dBi	for $48° < \varphi \leq 180°$

φ_r is equal to 1° or 100 λ/D, whichever is greater;

3 that the following Notes should be regarded as a part of this Recommendation.

NOTE 1 – The reference cross-polarized radiation pattern should be assumed to be rotationally symmetrical.

NOTE 2 – The reference cross-polarized pattern should be used for cases involving opposite polarizations.

NOTE 3 – Other cross-polarized radiation patterns of earth stations may be used by mutual agreement between the administrations concerned.

NOTE 4 – The reference radiation pattern should be used with caution over the range of angles for which the particular feed system may give rise to relatively high levels of spill-over and for antennas with D/λ less than 50.

NOTE 5 – This cross-polarized radiation pattern complements the co-polarized pattern of Recommendation ITU-R S.465.

NOTE 6 – Annex 1 contains several cross-polarized off-axis radiation patterns corresponding to the envelopes of the peaks of the measured gain characteristics of various antennas, in support of *recommends* 2.