

QO - 100 - Preisfrage

Eingabe

geostationäre Position des Transponders AMSAT P4-A Es'hail-2 QO-100

Höhe QO-100 über mittlerer Erdoberfläche

$$l_{\text{geo}} := 35786 \text{ km}$$

Position

26° Ost

mittlerer Erdradius

$$r_E := 6371 \text{ km}$$

Lichtgeschwindigkeit

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

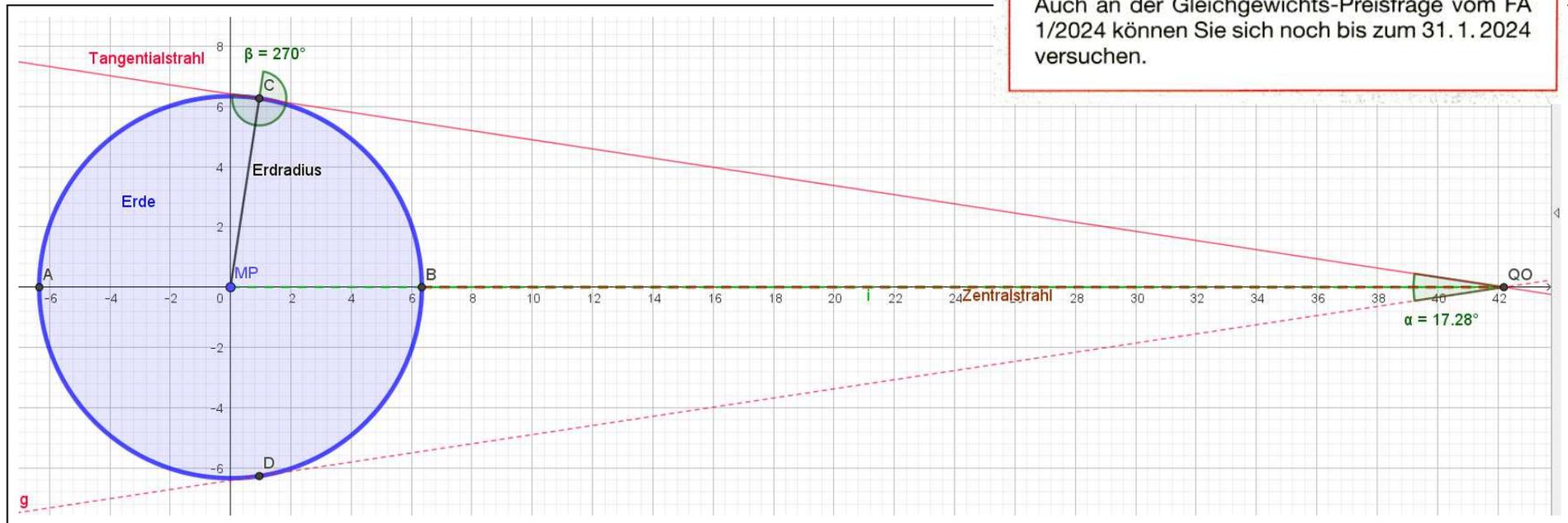
QO-100-Preisfrage

Um welchen Betrag verlängert sich die Signallaufzeit des empfangenen eigenen Signals am Rand der Ausleuchtungszone von QO-100 gegenüber dem Minimum, wenn eine Elevation von 0° möglich sein soll?

3 x 25 €

Einsendeschluss ist der 29.2.2024 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Gleichgewichts-Preisfrage vom FA 1/2024 können Sie sich noch bis zum 31. 1. 2024 versuchen.



Berechnungen

Länge Erdmittelpunkt - QO-100
(Elevation 90°)

$$l_0 := l_{\text{geo}} + r_E$$

$$l_0 = 42157 \cdot \text{km}$$

Länge Transponder - Tangentialpunkt Erde
(Elevation 0°)

$$l_1 := \sqrt{l_0^2 - r_E^2}$$

$$l_1 = 41672.81 \cdot \text{km}$$

einfache Signallaufzeit Minimum Zentralstrahl

$$t_{\text{min}} := \frac{l_{\text{geo}}}{c}$$

$$t_{\text{min}} = 119.37 \cdot \text{ms}$$

einfache Signallaufzeit Maximum Tangentialstrahl

$$t_{\text{max}} := \frac{l_1}{c}$$

$$t_{\text{max}} = 139.01 \cdot \text{ms}$$

einfache Differenz der Signallaufzeiten

$$\Delta t := t_{\text{max}} - t_{\text{min}}$$

$$\Delta t = 19.64 \cdot \text{ms}$$

Gesamtdifferenz der Signallaufzeit für
Hin- und Rückweg

$$\Delta t_{\text{ges}} := 2 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t_{\text{ges}} = 39.27 \cdot \text{ms}$$

Lösung

Für Hin- und Rückweg des Signals entsteht eine Zeitdifferenz zwischen Zentralstrahl und Tangentialstrahl von knapp 40ms, das heißt, dass das Signal auf dem Tangentialstrahl 40ms länger braucht als bei dem Zentralstrahl.

Die Zeitdauer der Signalverarbeitung im Transponder bleibt unberücksichtigt, verlängert aber die Signallaufzeiten.

Ergänzungen

Öffnungswinkel des Ausleuchtungskegels

$$\alpha_E := 2 \cdot \text{asin}\left(\frac{r_E}{l_0}\right)$$

$$\alpha_E = 17.38 \cdot \text{Grad}$$

halber Zentriwinkel zwischen Tangentialpunkt und Achse Erdmittelpunkt - Transponder

$$\beta_E := \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha_E}{2}$$

$$\beta_E = 81.31 \cdot \text{Grad}$$

Zentriwinkel zwischen den Tangentialpunkten

$$\psi_E := 2 \cdot \beta_E$$

$$\psi_E = 162.62 \cdot \text{Grad}$$

Vektor Erdmittelpunkt - Tangentialpunkt

$$v_T := r_E \cdot e^{\beta_E i}$$

$$v_T = (9.63 \times 10^5 + 6.3i \times 10^6) \text{ m}$$

Koordinaten des Tangentialpunktes

$$x_T := \text{Re}(v_T)$$

$$x_T = 962.821 \cdot \text{km}$$

$$y_T := \text{Im}(v_T)$$

$$y_T = 6297.826 \cdot \text{km}$$

Winkel zwischen senkrechtem Radius und Radius zum Tangentialpunkt

$$\phi_E := \frac{1}{2} \cdot \alpha_E$$

$$\phi_E = 8.69 \cdot \text{Grad}$$

Umkreisdurchmesser in den Tangentialpunkten (Elevation 0°)

$$D_{UT} := 2 \cdot y_T$$

$$D_{UT} = 12595.7 \cdot \text{km}$$

Umfang des Umkreisdurchmessers in den Tangentialpunkten

$$U_{UT} := \pi \cdot D_{UT}$$

$$U_{UT} = 39570.41 \cdot \text{km}$$

Höhe des ausleuchteten Kugelabschnitts der Erdoberfläche

$$h_{KA} := r_E - x_T$$

$$h_{KA} = 5408.18 \cdot \text{km}$$

Fläche der maximal ausgeleuchteten Zone auf der Erde (Mantel des Kugelabschnittes)

$$A_{KA} := 2 \cdot \pi \cdot h_{KA} \cdot r_E$$

$$A_{KA} = 216.49 \times 10^6 \cdot \text{km}^2$$

Gesamtoberfläche der Erde

$$A_E := 4 \cdot \pi \cdot r_E^2$$

$$A_E = 5.1 \times 10^8 \cdot \text{km}^2$$

Anteil der ausgeleuchteten Erdoberfläche

$$A_{TE} := \frac{A_{KA}}{A_E}$$

$$A_{TE} = 42.4 \cdot \%$$

geographische Koordinaten der Grenzen des Ausleuchtkegels

$$\text{WEST} := 26^\circ - \beta_E$$

$$\text{WEST} = -55.31 \cdot \text{Grad}$$

$$\text{OST} := 26^\circ + \beta_E$$

$$\text{OST} = 107.31 \cdot \text{Grad}$$

$$\text{NORD} := \beta_E$$

$$\text{NORD} = 81.31 \cdot ^\circ$$

$$\text{SÜD} := -\beta_E$$

$$\text{SÜD} = -81.31 \cdot ^\circ$$

ergänzte Veranschaulichung mittels GEOGEBRA

